



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Dimorfismo sexual a través del foramen magno
mediante tomografía computarizada Cone Beam**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Marly Dorothy SALAS DE LOS SANTOS

ASESOR

Daniel Guillermo SUÁREZ PONCE

Lima, Perú

2018

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

**DIMORFISMO SEXUAL A TRAVÉS DEL FORAMEN MAGNO MEDIANTE
TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM**

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Dr. Hugo Humberto Caballero Cornejo	Presidente
Dr. Carlos Alberto Suárez Canlla	Miembro
Dr. Daniel Guillermo Suárez Ponce	Asesor

A Dios por darme fuerzas para no desistir y brindarme la luz que necesitaba en los momentos más difíciles.

A mis amados padres Leoncio y Margot por brindarme su apoyo durante cada paso que doy, sus consejos, su amor incondicional.

A mi querida hermana Lesly por todo su aliento, amor y apoyo.

A mis estimadas madrinas Eduarda y Zari por alentarme y apoyarme en cada paso que doy.

A mis amigos, que siempre estuvieron ahí apoyándome y no dejaban de alentarme.

A mi querida Facultad por albergarme y a mis queridos maestros por sus enseñanzas

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Daniel Guillermo Suárez Ponce por su paciencia, consejos, motivación y apoyo durante todo el proceso de elaboración de tesis.

Al Dr. Hugo Humberto Caballero Cornejo por su paciencia, sus conocimientos y su manera de trabajar, orientación y motivación para la mejora de la presente tesis.

Al Dr. Carlos Alberto Suárez Canlla por su tiempo, sus conocimientos, guía y orientación durante el proceso de elaboración de la presente tesis.

Al Mg. Esp. Carlos Vigo García por su tiempo y ayuda durante la calibración para la ejecución de la presente tesis.

A todas las personas que contribuyeron a la recolección de la muestra.

RESUMEN

Objetivo: Determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos. **Materiales y métodos:** La muestra estuvo constituida por tomografías cone beam de 272 pacientes (170 mujeres y 102 varones) en las cuales se midió dos parámetros (diámetro anteroposterior máximo, diámetro transversal máximo) mediante imágenes en corte axial. El área basada según Routal y Teixeira fueron obtenidas a partir de las mediciones. La información fue recolectada mediante un instrumento de recolección de datos. Para el análisis de datos se utilizó la prueba estadística de la t de Student para muestras independientes, correlación de Pearson y análisis de función discriminante. **Resultados:** Se obtuvo diferencias significativas entre las dimensiones del foramen magno y el dimorfismo sexual ($p < 0.05$) y correlación positiva alta entre las variables ($p < 0.05$). También se precisó el sexo mediante una ecuación de regresión lineal que incluía a los parámetros diámetro anteroposterior máximo, diámetro transversal máximo, área del foramen basada en fórmulas de Routal y Teixeira que predice el dimorfismo sexual en un 76.83%. **Conclusión:** La estructura anatómica del foramen magno permite determinar el dimorfismo sexual en pacientes adultos.

Palabras clave: Dimorfismo sexual; Foramen magno; Tomografía computarizada Cone Beam; Identificación forense

ABSTRACT

Objective: The aim of study was determinate the sexual dimorphism through the dimensions of the foramen magnum in adults. **Materials and methods:** The sample consisted of cone beam tomographies of 272 patients (170 women and 102 men) in which two parameters (maximum anteroposterior diameter, maximum transverse diameter) were measured by axial images. The area based on Routal and Teixeira were obtained from the measurements. The information was collected through a data collection instrument. For the data analysis, the Student's t test for independent samples, Pearson correlation and discriminant function analysis were used. **Results:** Significant differences were obtained between the dimensions of the foramen magnum and the sexual dimorphism ($p < 0.05$) and high positive correlation between the variables ($p < 0.05$). Sex was also determined by means of a linear regression equation that included parameters of maximum anteroposterior diameter, maximum transverse diameter, area of the foramen based on Routal and Teixeira formulas that predicts sexual dimorphism in 76.83%. **Conclusion:** The anatomical structure of the foramen magnum allows to determinate the sexual dimorphism in adult patients.

Keywords: Sexual dimorphism; Foramen magnum; Cone Beam computed tomography; Forensic identification.

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
Título	ii
Jurado de sustentación	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice	viii
Índice de tablas	x
Índice de gráficos	xii
 I. INTRODUCCIÓN	 1
II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
2.1 Área problema	2
2.2.Delimitación del problema	3
2.3 Formulación del problema	3
2.4 Objetivos.....	4
2.4.1 Objetivo general.....	4
2.4.2 Objetivos específicos	4
2.5 Justificación	4
2.6 Limitaciones	5
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 Antecedentes	6

3.2 Bases teóricas	16
3.3 Definición de términos.....	38
3.4 Hipótesis	39
3.5 Operacionalización de variables	40
IV. METODOLOGÍA.....	41
4.1 Tipo de investigación	41
4.2 Población y muestra	41
4.3 Procedimientos y técnica	42
4.4 Procesamientos de datos	45
V. RESULTADOS	47
VI. DISCUSIÓN.....	65
VII. CONCLUSIONES	71
VIII. RECOMENDACIONES	73
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	75
VII. ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Nº1. Distribución de la muestra según sexo.....	47
Nº2. Distribución de la muestra según edad.....	48
Nº3. Distribución de la muestra según edad y sexo.....	49
Nº4. Promedio del Diámetro Anteroposterior máximo según sexo.....	51
Nº5. Promedio del Diámetro Transversal máximo según sexo.....	52
Nº6. Promedio del área del foramen magno basada en la fórmula de Routal según sexo.....	53
Nº7. Promedio del área del foramen magno basada en la fórmula de Teixeira según sexo.....	54
Nº8. Comparación entre ambos sexos según las medidas de diámetro anteroposterior máximo.....	55
Nº9. Comparación entre ambos sexos según las medidas de diámetro transversal máximo.....	55
Nº10. Comparación entre ambos sexos según el área del foramen magno basada en la fórmula de Routal.....	56
Nº11. Comparación entre ambos sexos según el área del foramen magno basada en la fórmula de Teixeira.....	56

Nº12. Correlación de las dimensiones del foramen magno con respecto al sexo femenino.....	57
Nº13. Correlación de las dimensiones del foramen magno con respecto al sexo masculino.....	59
Nº14. Ecuaciones de regresión lineal de cada dimensión del foramen magno para discriminar sexos y su predictibilidad.....	61
Nº15. Análisis discriminante usando las dimensiones del foramen magno para discriminar sexos.....	63
Nº16. Precisión del modelo final para predictabilidad del dimorfismo sexual.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
Nº1. Distribución de la muestra según sexo.....	47
Nº2. Distribución de la muestra según edad.....	48
Nº3. Distribución de la muestra por rangos de edad según sexo femenino.....	49
Nº4. Distribución de la muestra por rangos de edad según sexo masculino.....	50

I. INTRODUCCIÓN

La identificación forense es un proceso en el cual se tiene en cuenta varios aspectos para un correcto conocimiento del individuo, uno de ellos es la estimación de sexo. En la actualidad, se tiene conocimiento que para lograr el reconocimiento del sexo en un 99%, se necesita del cuerpo óseo completo, ya que existen estructuras óseas que nos ayudan a estimar el sexo como la pelvis y el cráneo completo propiamente dicho. Sin embargo, hay casos de identificación masiva de víctimas de desastres naturales o accidentales en los cuales los cuerpos pueden encontrarse carbonizados, putrefactos, esqueletizados, etc, y puede dificultar su identificación.

El foramen magno es una estructura ósea ubicada en la base de cráneo, una parte anatómica que presenta menor riesgo al daño o a las fracturas, que está siendo estudiada en la actualidad en el ámbito antropológico forense en relación a la estimación de sexo.

Investigaciones realizadas a esta estructura anatómica indican que los diferentes parámetros a obtener del foramen magno presentan diferencias significativas en relación al sexo y la precisión del sexo tomada a partir de estas variables puede predecir hasta más del 60%. En el presente estudio tiene como objetivo determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos en una población peruana.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Área problema

La odontología forense es una especialidad de la odontología, que ayuda en la resolución de problemas jurídicos mediante la aplicación de estudios odontológicos. Así mismo, tiene un rol preponderante en el proceso de identificación, especialmente cuando los profesionales solo reciben la porción cefálica del cuerpo para su análisis.

Las estructuras craneofaciales tienen ventajas porque son huesos que tienden a resistir el daño físico. Varias estructuras, componentes del esqueleto craneofacial se han utilizado para estimar la edad y el sexo, permitiendo orientar la identificación de cadáveres y restos óseos.

El dimorfismo sexual del análisis de restos esqueléticos, así como de otros parámetros generales de identificación forense, es un paso crucial en la identificación. La fiabilidad de la estimación del sexo depende de la integridad de los restos y del grado de dimorfismo sexual inherente a los huesos. Cuando todo el esqueleto adulto está disponible para el análisis, se puede estimar el sexo con una precisión mayor al 95%; sin embargo, en casos de explosiones, guerras y otros desastres masivos como accidentes aéreos y desastres naturales, se dificulta la estimación del sexo y esto dependerá en gran medida de las partes disponibles del esqueleto. Cada parte del esqueleto humano debe analizarse, evaluarse y documentarse para determinar su valor con fines de identificación. Cuando se realiza la estimación de sexo con las estructuras pelvis y cráneo el porcentaje es de

un 98%; 95% es la estimación de sexo sólo con pelvis; 80-90%, con huesos largos.^{1,2,3}

2.2 Delimitación del problema

Todo forense bien entrenado conoce la importancia de los indicadores morfológicos, como el proceso mastoideo, la órbita y la glabella, sin embargo, cuando estas partes del cráneo están fragmentadas o destrozadas, su evaluación puede dificultar el proceso de identificación.^{4,5}

La base del cráneo debido al grosor y su posición anatómica relativamente protegida tiende a resistir tanto los daños físicos y fracturas con más éxito que muchas otras áreas. El foramen magno es una estructura anatómica de la base del cráneo y es de interés en la ciencia forense ya que algunos estudios en diferentes poblaciones del mundo han establecido que el foramen magno es mayor en los hombres en comparación con las mujeres.

En nuestro país no hay información acerca del foramen magno como determinante en el dimorfismo sexual. En este sentido, su estudio podría ofrecer resultados para la estimación del sexo como parte del proceso de identificación.^{4,5}

2.3 Formulación del problema

¿Cuál es el dimorfismo sexual a través del foramen magno mediante tomografía computarizada Cone Beam de los pacientes adultos atendidos en la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el año 2017?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el área del foramen magno según el sexo para cada método (Teixeira y Routal) a través del diámetro anteroposterior y diámetro transversal del foramen magno.
2. Determinar la relación entre las dimensiones del foramen magno (diámetro transversal, diámetro anteroposterior, áreas) con respecto al sexo.
3. Establecer los valores y fórmulas discriminantes para hallar el dimorfismo sexual.

2.5 Justificación

Una de las funciones de la odontología forense es la identificación humana a través del estudio del macizo craneofacial. La presente investigación se justifica porque estudia al foramen magno para determinar el dimorfismo sexual mediante sus dimensiones, ya que está demostrado que al pertenecer a la base de cráneo, esta área presenta menos daños y mayor resistencia al daño físico y fracturas. Además, en la población peruana no hay estudios acerca del foramen magno y su relación con el dimorfismo sexual, por lo que se considera valiosa la información para aplicar este estudio como parte del proceso de identificación humana. Además, este estudio busca complementar los procesos de identificación, considerando

que pueden presentarse casos en los cuales sólo se halle esta estructura íntegra en relación a otras estructuras anatómicas que estiman el sexo, como el cráneo completo y la pelvis que podrían encontrarse fragmentados.^{4,5}

2.6 Limitaciones

El estudio se realizó con tomografías computarizadas Cone Beam. En algunas de ellas presentaron contraste o cortes deficientes por lo que el número de tomografías disminuyó significativamente.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Tellioglu A. y cols. (2018), investigaron las medidas morfométricas y su relación con la determinación al sexo mediante tomografías computarizadas en una población de Turquía. Se utilizaron 100 tomografías (50 hombres y 50 mujeres) entre los 19 y 88 años de edad, se excluyeron pacientes con patologías y fracturas a ese nivel. Se midieron 2 parámetros (diámetro anteroposterior, diámetro transversal) y se determinó el área y circunferencia. Se utilizó t de student para la comparación de grupos según el sexo. Se encontró que los valores de los hombres eran mayores que de las mujeres y la diferencia fue significativa. En cuanto a las funciones discriminantes, en mujeres se obtuvo 64%; hombres, 70%; y en ambos, 67%. Ellos concluyeron que las medidas del foramen magno podrían utilizarse para estimar el sexo.⁶

Chovalopoulou M. y cols. (2017), investigaron el manejo del foramen magno y los cóndilos occipitales para la determinación del sexo en una población de Grecia. Se utilizaron 144 cráneos (77 mujeres y 77 hombres) en los cuales se midieron 7 parámetros (longitud, ancho e índice del foramen magno, área del foramen magno según Radinsky⁷, longitud y ancho del cóndilo occipital, mínima distancia intercondilar), se procesaron los valores con el programa MicroScribe 3DX y Excel. Los valores del foramen magno de los varones es mayor que el de las mujeres; en los cóndilos, las funciones discriminantes ayudaron a predecir el sexo en un 74%. Ellos concluyeron que se podía estimar el sexo con precaución en casos de cráneos fragmentados.⁷

Madadin M. y cols. (2017), evalúan diferentes parámetros a nivel de la región del foramen magno para determinar el sexo en una población de Arabia Saudi mediante tomografías computarizadas. Se utilizaron 200 imágenes tomograficas (100 hombres y 100 mujeres). Se excluyeron tomas a pacientes con patologías. Se realizaron 7 medidas (Longitud y ancho de ambos cóndilos occipitales, máxima distancia intercondilar, ancho y longitud del foramen magno), y se calculó aparte el área del foramen magno. Los resultados que se obtuvieron fueron en cuanto a la predicción del sexo 65.5% a 62.5% tomando un solo parámetro (incluidos ancho y longitud de foramen magno). En conjunto hay una predicción del sexo de 71% por lo que ellos concluyeron que se necesita más estudios con otros parámetros relacionados a la base de cráneo.⁸

Rai H. y cols. (2017), investigaron las medidas del foramen magno y de los cóndilos occipitales para la determinación del sexo en una población de la India mediante tomografías computarizadas. Se utilizaron 200 imágenes (100 hombres y mujeres) de personas entre los 21 y 80 años de edad que no presenten alteración a este nivel. Se midieron 7 parámetros (longitud del foramen magno, ancho del foramen magno, longitud de cóndilo occipital, ancho de cóndilo occipital, distancia intercondilar mínima y máxima) y el área del foramen magno se obtuvo bordeando el exterior de la estructura anatómica. En cuanto los resultados de los valores la longitud y ancho del foramen magno en hombres fue 39,5 mm y 31,2 mm respectivamente; en las mujeres, 32 mm y 25,8 mm. Se realizó la prueba t de student de datos no relacionados entre los valores de hombres y mujeres, se encontró diferencias significativas entre ambos grupos. Para relacionar los

parámetros estudiados y el sexo se utilizó análisis discriminante, en el cual se obtuvo una estimación de 94%. Ellos concluyeron que estos parámetros podrían ayudar a estimar el sexo en su conjunto y que se debe realizar más estudios.⁹

Rehab I. y cols. (2017), estudiaron la exactitud del foramen magno y los cóndilos occipitales para la determinación del sexo en una población de Egipto mediante tomografía computarizada. Se utilizaron para el estudio 70 tomografías (46 hombres y 24 mujeres) de personas mayores a 18 años. Se excluyeron tomografías que presenten deformidades o fracturas a nivel de esa región. Se midieron 7 parámetros (Longitud y ancho de ambos cóndilos occipitales, mínima y máxima distancia intercondilar, longitud y ancho del foramen magno). Para los resultados se utilizó una regresión logística binaria que ayudaría a la determinación del sexo y t de student para comparar los resultados. Se obtuvo que la regresión logística predice en un 90% el sexo y en 91.3% en hombres, 87.5%, respectivamente por lo que ellos concluyeron que las estructuras anatómicas estudiadas presentan diferencias significativas en el sexo.¹⁰

Seifert Z. y cols. (2017), aplicaron métodos para determinar el sexo en relación al foramen magno en una población francesa mediante tomografía computarizada. Se utilizaron 109 imágenes tomográficas (54 hombres y 55 mujeres) de 17 a 58 años de edad. Se midieron 9 parámetros (longitud, ancho, circunferencia y área del foramen magno; longitud craneal máxima, ancho, altura y longitud de base de cráneo). Para los resultados se usaron Anova, Shapiro Wilk, Kruskal Willis y Levene. Además de análisis de función discriminante y regresión logística binaria para determinar con más

exactitud el dimorfismo sexual. Se obtuvo que hubo diferencias significativas entre los parámetros y que se predijo el sexo en un 77.1% al aplicar la ecuación obtenida con todas las variables estudiadas. Ellos determinaron debería realizarse más estudios para establecer al foramen magno como estructura importante para el dimorfismo sexual.¹¹

Singh P. y cols. (2017), investigaron el dimorfismo sexual del foramen magno en una población de Nepal mediante tomografías de haz cónico. Se utilizó 100 tomografías (50 hombres y 50 mujeres) en las cuales se midieron dos parámetros (Diámetro anteroposterior y transversal del foramen magno), con los cuales se obtuvo el área del foramen magno con dos fórmulas usadas en estudios anteriores (Radinsky¹² y Teixeira¹²). Los valores de los varones es mayor en relación a los de las mujeres, los valores del foramen magno y el área tuvieron diferencias significativas, presentaron el 75% de predicción del género. Ellos concluyeron que el diámetro anteroposterior, transversal y el área según Teixeira¹¹ eran variables confiables para predecir el sexo.¹²

Aghakhani K. y cols. (2016), estudiaron el valor del foramen magno en relación a la determinación del sexo en una población adulta de Irán mediante tomografías computarizadas. Se utilizó 100 imágenes (50 mujeres y 50 hombres) en las cuales se midieron el diámetro anteroposterior y transversal del foramen magno y el índice del foramen magno. Luego de obtenido estos datos se utilizaron en diferentes fórmulas (Teixeira¹³ y Routal¹³). Los resultados se obtuvieron con t de student para los valores entre ambos sexos. Se obtuvo un 85% de precisión según los

indicadores. Ellos concluyeron que el área y los valores del foramen magno estiman el sexo.¹³

El-Barrany U. y cols. (2016), evaluaron la confiabilidad de las medidas del foramen magno y de los cóndilos occipitales para la determinación del sexo mediante tomografías computarizadas en sudaneses. Se utilizó 400 tomografías de 200 hombres y 200 mujeres, entre los 18 y 83 años de edad. Se excluyó tomografías de pacientes con antecedentes de trauma, cirugía o patologías a ese nivel. Se midieron nueve parámetros (mínima distancia intercondilar, máxima distancia intercondilar, máxima distancia bicondilar, máxima distancia bicondilar medial, longitud y ancho del foramen magno, ancho y longitud de cóndilos occipitales izquierdo y derecho). En cuanto a los resultados se utilizó correlación de Pearson para correlacionar las variables del mismo sexo y t de student para evaluar la diferencia significativa entre ambos sexos. Se realizó una ecuación especial para poder evaluar los nueve parámetros. Ellos concluyeron que el foramen magno puede establecerse como estructura anatómica confiable para la estimación del sexo en esa región.¹⁴

Tambawala S. y cols. (2016), evaluaron el foramen magno y relación con la determinación del sexo mediante tomografía computarizada de haz cónico en una población de la India. Se utilizaron 226 imágenes (111 hombres y 115 mujeres) de pacientes entre 18 y 70 años de edad. Se midieron dos parámetros en las tomografías (Longitud anteroposterior y ancho del foramen magno) los cuales se reemplazaron en dos fórmulas de áreas ya establecidas por Routal¹⁶ y Teixeira¹⁶. Para comparar ambos grupos se utilizó t de student de muestras no relacionadas. Se encontró

que las dimensiones del foramen magno determina el sexo en un 66.4%, 70.3% en hombres y 62.6% en mujeres. En cuanto a las áreas, según Teixeira¹⁵ fue la mejor con 66.4%. Ellos concluyeron que hay diferencias significativas en la relación del foramen magno y la estimación del sexo por lo que se podría usarse de manera confiable en casos de restos de cráneos parciales.¹⁵

Venkatesh G. y cols. (2015), investigaron la determinación del sexo en relación al foramen magno en una población de la India. Para el estudio se utilizó 72 cráneos adultos (41 hombres y 31 mujeres) en los cuales se midieron la longitud y ancho transversal del foramen magno. Al obtenerse estos valores, se reemplazaron en dos fórmulas ya establecidas para calcular el área (Teixeria¹⁶ y Radinsky¹⁶). Para los resultados se usó la t de student, histograma, trama Q-Q y regresión logística binaria. Por cada valor se obtuvo que predice el sexo en un 69.6% en longitud del foramen magno y en ancho transversal, 66.4%. En área del foramen 70.3%, no hubo diferencia significativa entre las formulas. Ellos concluyeron que las medidas del foramen magno pueden complementar otras pruebas de estimación de sexo, mas no es prudente confiar sólo en las dimensiones del foramen magno.¹⁶

Ilguy D. y cols. (2014), investigaron el manejo de las medidas del foramen magno y mandíbula y su relación con el dimorfismo sexual mediante tomografías de haz cónico. Este estudio se realizó en Turquía y se necesitó de 161 tomografías de personas descendientes de Europa (66 hombres y 95 mujeres) entre los 18 y 85 años de edad. Se excluyó del estudio a personas que presentaron patología o fractura a nivel de esta región. Se

utilizó el software ILUMA dental imaging software para reconstruir las imágenes. Se tomaron en un total 9 parámetros de medida, 6 de la mandíbula, y 3 del foramen magno (Diámetro sagital, diámetro transverso y circunferencia). En cuanto a resultados, se pudo identificar a 77.3% de los varones y el 87.4 % de las mujeres. Ellos concluyeron que al realizar el análisis discriminante de ambas estructuras anatómicas, en relación al foramen magno, solo el diámetro sagital ayudó a predecir el sexo y que necesita realizar más investigaciones acerca de los parámetros estudiados.¹⁷

Jain P. y cols. (2014), estudiaron la confiabilidad y exactitud del foramen magno en el dimorfismo sexual mediante funciones discriminantes en la una población hindú. Se utilizaron 140 cráneos humanos (70 hombres y 70 mujeres) en los cuales se midió dos parámetros con ayuda de un vernier (Diámetro anteroposterior, diámetro transverso del foramen magno), con los cuales se obtuvo con dos fórmulas diferentes el área del foramen (Teixeira¹⁸ y Routal¹⁸). Se usó t de student para relacionar las variables de ambos sexos. Se obtuvo que las medidas en la función discriminante predecían 75.7% el sexo. Ellos concluyeron que las medidas tomadas del foramen magno mejorarían la predicción del sexo.¹⁸

Edwards K. y cols. (2013), investigó las medidas del foramen magno en relación a la estimación de sexo biológico. Este estudio fue realizado en Suiza en la Universidad de Zurich mediante un Proyecto Virstopy y se obtuvo una muestra de 250 tomografías computarizadas (144 hombres y 106 mujeres). En las tomografías se midió el diámetro anteroposterior y transversal máximo, así como se obtuvo mediante una función del software

el área del foramen magno. Para el análisis de resultados se aplicó t de student, análisis de función discriminante y análisis binario de regresión logística. Se encontró diferencias significativas entre ambos sexos y las variables discriminantes diámetro transversal y anteroposterior fueron las más confiables para predecir sexo en un 63.6%. Después de realizar el análisis multivariado, la ecuación que presentaba las tres variables obtuvo 66.4% de precisión en la clasificación de hombres y mujeres. Ellos concluyeron que las medidas del foramen magno presentan diferencias significativas en relación con la determinación del sexo biológico.¹⁹

Kanchan T. y cols. (2013), evaluó la estimación del sexo en relación a las dimensiones del foramen magno mediante análisis craneométrico en una población hindú. Se utilizó 118 cráneos secos (69 hombres y 49 mujeres) en los cuales se midió mediante un vernier eléctrico la longitud y ancho del foramen magno. Para hallar las áreas del foramen magno se utilizaron las fórmulas propuestas por Radinsky²⁰ y Teixeira²⁰. Los resultados se obtuvieron mediante el índice del dimorfismo sexual. Se encontró que las áreas son mejores predictores de sexo que el ancho y longitud del foramen magno. Ellos concluyeron que análisis craneométrico puede ayudar en la estimación de sexo en cráneos fragmentados.²⁰

Singh G. y cols. (2013), estudió las dimensiones del foramen magno en relación a la estimación de sexo en una población de la India. Se utilizó 50 cráneos adultos secos (26 hombres y 24 mujeres) en el cual se obtuvieron las dimensiones de la región occipital (máxima longitud del foramen magno, máximo ancho del foramen magno, ancho bicondilar máximo, mínima distancia entre cóndilos occipitales, máxima distancia interna entre los

cóndilos occipitales, distancia externa canal hipologoso, área según Routal²¹ y Teixeira²¹). Se aplicó análisis discriminante, en el cual se pudo predecir el sexo en un rango de 66% a 70% por lo que ellos concluyeron que hay una baja tasa de estimación de sexo en relación a estas dimensiones.²¹

Burda F. y cols. (2012), evaluó la morfología del foramen magno en relación al sexo en adultos de 20 a 30 años de una población polaca. Para el estudio se utilizó 313 tomografías computarizadas (142 hombres y 171 mujeres) y se midieron las dimensiones del cráneo (longitud, ancho, área transversal e índice de longitud/ancho), del foramen magno (longitud, ancho, área, índice de longitud/ancho) y la forma del foramen magno. Se encontró diferencias significativas en relación a la forma y el sexo. No se encontró correlación alta entre las medidas del foramen magno (longitud y ancho) y el sexo.²²

Raghavendra Y y cols. (2012), estudió las medidas del foramen magno (diámetro transversal, diámetro anteroposterior y áreas) en relación al dimorfismo sexual en una población hindú. Se utilizó 90 cráneos secos (50 hombres y 40 mujeres) y las medidas de los diámetros se realizaron con un vernier y las áreas mediante las fórmulas propuestas por Radinsky⁴ y Teixeira⁴. Para el análisis estadístico se utilizó las pruebas t de Student de muestras relacionadas con la cual encontraron diferencias significativas entre las áreas de Radinsky⁴ y Teixeira⁴. También se aplicó el análisis de regresión logística binaria con todas las dimensiones halladas. Encontraron que la predicción de sexo para el diámetro transversal fue de 65.4%; para el diámetro anteroposterior, 86.5%; el área según Radinsky⁴, 81.6%; y el

área según Teixeira, 82.2%. Además, hallaron que 88% de predicción de sexo utilizando ambos diámetros. Ellos concluyeron la aplicación de este estudio se da sólo en casos restringidos (huesos fragmentados).⁴

Uthman A. et al. (2012), estudió las dimensiones del foramen magno y su relación con la estimación de sexo a través de la reconstrucción de tomografías computarizadas de una población iraquí. Se utilizaron 88 tomografías (43 hombres y 45 mujeres) en las cuales se midieron el diámetro transversal y anteroposterior del foramen magno. Los valores del área y circunferencia fueron obtenidos mediante el software. Para los resultados se utilizó el análisis de función discriminante. Se encontró que los mejores parámetros para relacionar la estimación de sexo con el foramen magno fueron el área (69.3%) y la circunferencia (67%). Además se aplicó el análisis multivariante con todas las dimensiones medidas y se halló predicción de sexo en los varones en un 90.7% y en las mujeres, 73.3%. Ellos concluyeron que las dimensiones del foramen magno pueden ayudar en la estimación de sexo de manera restringida.²³

Gapert R. y cols. (2009), realizó un estudio en el cual evaluó las variables morfométricas del foramen magno mediante análisis de función discriminante y ecuación de regresión lineal aplicado en cráneos que pertenecen a personas que vivieron en el siglo XVIII y XIX en Londres, Inglaterra. Para este estudio se utilizó 158 cráneos secos (82 varones y 76 mujeres) en los cuales se midió la máxima longitud del foramen magno, el máximo ancho del foramen magno, y la circunferencia máxima mediante un vernier digital. En cuanto los resultados, mediante las funciones multivariadas se clasificó correctamente en un 70.7% a las mujeres y en un

69.7, a los varones. En el caso de ecuaciones de regresión lineal predijeron el sexo correctamente en un 76% para los varones; en un 70%, para las mujeres; tanto para ambos sexos en un 68%. Ellos concluyeron que el dimorfismo sexual es significativo en la región del foramen magno en la población estudiada.²⁴

Suazo y cols. (2009), investigó la presencia del dimorfismo sexual en las dimensiones del foramen magno en cráneos de una población brasileña. Se utilizó 215 cráneos secos (144 hombres y 71 mujeres) en los cuales se realizaron las medidas (diámetro transversal y anteroposterior máximo) con la ayuda de un vernier digital. Para el análisis de resultados se utilizó la prueba t de student con la cual se encontró diferencias significativas entre el sexo y las dimensiones medidas. Además se utilizó el análisis discriminante de Fisher, con determinó la discriminante entre sexos. Se obtuvo que puede predecir el sexo en un 66.5%. Se concluyó que este indicador cuantitativo es de limitada utilidad práctica y debe ser complementado con los indicadores cualitativos de dimorfismo sexual en el hueso occipital para mejorar la estimación de sexo.²⁵

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Cráneo

A. Embriología

El cráneo se desarrolla a partir del mesodermo paraxial y de la lámina lateral (hoja somática) y la cresta neural. El mesodermo paraxial forma bloques de tejido dispuestos en serie a cada lado del tubo neural, denominados somitómeros en la región cefálica y somitas a partir de la

región occipital hacia caudal. Los somitas se diferencian en una porción ventromedial, el esclerotoma y una parte dorsolateral, el dermomiótoma. Al finalizar la cuarta semana las células del esclerotoma se toman polimorfas y constituyen un tejido laxo, el mesénquima, o tejido conectivo embrionario.
26,27

El cráneo se divide en dos regiones:

a. Neurocráneo

Constituido por la caja ósea y protege al encéfalo, a su vez a los órganos de los sentidos, ésta a su vez se divide en dos: calota y base de cráneo.

La base de cráneo o condrocráneo, viene a ser parte del neurocráneo cartilaginoso, debido a que se forma de varios cartílagos durante el su desarrollo. Su osificación endocondral formará los huesos de la base del cráneo, la cual sigue un orden empezando por el hueso occipital, cuerpo del esfenoides y etmoides. El cartílago paracordal bordea alrededor del extremo superior de la notocorda y se fusiona con los cartílagos derivados del esclerotoma de los somitas occipitales. Esta masa formada contribuye a la base del hueso occipital, el cual posteriormente crecen extensiones alrededor del extremo superior de la médula espinal y forman los límites del foramen magno. En el hipófisis en desarrollo, se forma a su alrededor el cartílago hipofisiario que se fusiona para formar el cuerpo del esfenoides; las trábeculas craneales se fusionan para formar el cuerpo del etmoides y el ala orbitalis, el ala menor del etmoides. Alrededor de las vesículas óticas aparecen las cápsulas óticas, los rudimentos del oído interno y forman la porción petrosa y mastoidea del hueso temporal. Aparecen cápsulas

nasales alrededor de los sacos nasales los cuales formarán al hueso etmoides.

La calota o también llamada desmocráneo y bóveda craneal, es parte del neurocráneo membranoso, llamado así por la osificación intramembranosa que presenta. Durante el periodo fetal, los huesos planos de la calota están separados por membranas de tejido conjuntivo denso que forman articulaciones fibrosas o suturas. En las zonas de unión de las suturas existen zonas fibrosas amplias denominadas fontanelas, las cuales son seis. La blandura de los huesos y sus conexiones laxas en la sutura permiten que la calota cambie de forma durante el parto (moldeado). Cuando sucede este proceso, los huesos frontales se aplanan, el occipital se desplaza y se da un ligero acabalgamiento de un parietal sobre otro. Después de pocos días del parto, la calota vuelve a la normalidad.^{27,28}

b. Viscerocráneo

Esta porción se relaciona al sistema digestivo y respiratorio. Conformado por los huesos de la cara, en esta región predomina la osificación intramembranosa.

El viscerocráneo cartilaginoso es una región donde la mayor parte del mesénquima de la región de la cabeza deriva de la cresta neural. Éstas migran a los arcos faríngeos y forman los huesos y el tejido conjuntivo de las estructuras craneofaciales. Los genes homeosecuencia regulan la migración y subsiguiente diferenciación de las células de la cresta neural, las cuales cumplen un papel importante para el complejo de modelado de la cabeza y la cara. Estas porciones del cráneo fetal derivan del esqueleto

cartilaginoso del primer y segundo arco faríngeo. Dos huesos del oído medio, el martillo y el yunque se forman del extremo dorsal del cartílago del primer arco faríngeo; el extremo dorsal del cartílago del segundo arco faríngeo forma el estribo del oído medio y la apófisis estiloides del hueso temporal, y su extremo anterior forma el asta menor y porción superior del hioides. Los cartílagos del tercer, cuarto y sexto arco faríngeo que se forman sólo en las porciones anteriores de los arcos- Las del tercer arco faríngeo forma las astas mayores y la porción inferior del hioides; el cuarto arco faríngeo, los cartílagos laríngeos, excepto la epiglotis.

El viscerocráneo membranoso, donde ocurre la osificación intramembranosa en la prominencia maxilar del primer arco faríngeo, posterior a este proceso forma el hueso maxilar y cigomático. El mesénquima en la prominencia mandibular del arco faríngeo se condensa alrededor de su cartílago y presenta osificación intramembranosa para formar la mandíbula. También se produce cierta osificación endondral en el plano medio del mentón y en el cóndilo mandibular.^{27,28}

B. Anatomía

El cráneo es una estructura ósea compleja del organismo, la cual se compone de 28 huesos (11 pares y 6 impares). Tiene como función proteger al encéfalo y a los órganos de los sentidos.^{29,30}

La división del cráneo se puede dar en diferentes formas: Bóveda craneal, base de cráneo, cavidad craneal, esqueleto facial.

En la bóveda craneal se puede identificar huesos del cráneo como el frontal, occipital, dos huesos parietales y dos temporales que serán unido mediante suturas.^{29,30}

En el esqueleto facial se aprecia parte del hueso frontal, el cual se articula con el nasal y malar; así como con el lacrimal y el maxilar para formar la órbita. En esta parte también se observa la unión del maxilar con el hueso nasal lo cual nos da la base de la nariz. Finalmente se observa la maxila y la mandíbula.

En la base de cráneo se observa varios huesos como el temporal, maxilar, palatino, esfenoides y el occipital. Esta parte se caracteriza por presentar orificios por los cuales pasan en su mayoría venas, arterias y nervios.^{29,30}

El occipital es uno de los huesos que más abarca esta parte de la estructura craneal en la cual se observa su parte inferior. Este hueso presenta cuatro partes; basilar, laterales y escamosa, que se encuentran alrededor del agujero occipital o también denominado foramen magno por el cual pasan diferentes estructuras como el bulbo raquídeo, amígdalas del cerebelo, meninges, espacio subaracnoideo, raíces medulares del nervio espinal, ramas meninges de C1 a C3, plexos simpáticos, arterias vertebrales, arterias espinales posterior y anterior, ligamento apical de la apófisis odontoides, ligamento cruciforme del atlas y la membrana tectoria.

^{29,30}

La cavidad craneal es la parte interior del cráneo, la cual se divide en tres partes: anterior, media y posterior.

La fosa craneal anterior contiene el lóbulo frontal del cerebro y tiene como suelo los huesos etmoides, frontal y esfenoides.

La fosa craneal media contiene al lóbulo temporal del cerebro. Presenta una porción pequeña central donde se encuentra el cuerpo del esfenoides y dos expansiones laterales.

La fosa craneal posterior contiene al cerebelo, puente y bulbo raquídeo y está formada por los huesos esfenoides, temporal, parietal y occipital.^{29,30}

C. Desarrollo anatómico

El desarrollo del cráneo en el recién nacido es después de recuperarse del modelamiento, se caracteriza por ser redondo, tener huesos finos, y a cara es relativamente más pequeña que la calota, esto se debe a al pequeño tamaño de las mandíbulas, ausencia virtual de senos paranasales y subdesarrollo de los huesos faciales.^{27,28,30}

Durante la infancia las suturas fibrosas de la calota permite el crecimiento del encéfalo. En los dos primeros años de vida la bóveda craneal es mayor por lo que se considera el crecimiento posnatal más rápido del encéfalo. Posteriormente la calota crece normalmente hasta los 16 años. Luego, en un tiempo aproximado de 3 a 4 años aumenta ligeramente de tamaño por el engrosamiento de los huesos.^{27,28,30}

Los maxilares también crecen rápido durante la etapa de erupción de dientes temporales. Después de la erupción de dientes permanentes se acentúan los cambios faciales. El aumento de los senos paranasales se relaciona con el crecimiento a la vez de tamaño de la región facial y frontal.

Estos senos paranasales son rudimentarios, por lo que su crecimiento es importante porque altera la forma de la cara y da resonancia a la voz.^{27,28,30}

En el occipital, su desarrollo es hasta la fusión de su porción basilar con el esfenoides, en las mujeres sucede entre 11 a 16 años; hombres, 13 a 18 años.³¹

D. Puntos craneométricos

Basion (ba). Punto del borde anterior del foramen magno donde se cruza con el plano sagital medio. Se localiza directamente enfrente de la Opisthion. En caso de medidas de la altura del cráneo se usa el punto anterior inferior del borde (Hypobasion), en casos de medidas de la longitud se usa el punto más posterior (Endobasion).

Opisthion (o). Punto medio en el borde posterior del foramen magno, en la intersección del plano medio sagital con el borde.³²

3.2.2 Antropología forense

La antropología forense es una rama de la antropología física que se relaciona a la Antropología biológica y ciencias físicas. En ella se aplica los métodos de la Antropología física para la identificación de restos esqueletizados relacionado con asuntos judiciales. Además de incluir los procesos de identificación (sexo, edad, filiación racial, talla, proporciones corporales, rasgos individuales) y las determinadas circunstancias y causas de la muerte se realiza la reconstrucción de la etapa antemortem de una persona.^{31, 33, 34.}

La importancia de esta ciencia es su enfoque multidisciplinario en la actualidad puesto que se interrelaciona con diferentes disciplinas como Antropología biológica, Antropología dental, otras ciencias forense y criminalística para unificar conocimientos e identificar restos óseos humanos sin identidad.³³

3.2.3 Identificación antropológico forense

La identificación solo con restos óseos es de dificultad puesto que nos da poca información acerca de las características individualizantes de la persona, su relación con evidencias antemortem y postmortem a la escena del crimen.

En la actualidad, la Antropología Forense ha avanzado notablemente en el desarrollo de nuevos métodos técnicas de análisis de restos óseos; ha contribuido en información sobre estimación de edad, sexo, raza y estura y rasgos individualizantes.³³

A. Estimación de la especie

El primer paso en cualquier análisis de restos óseos consiste en establecer si los restos a analizar pertenecen a la especie humana o animal. Esta estimación ofrece pocas dificultades cuando los restos óseos están completos, ya que existen diferencias marcadas en ciertos huesos que permiten deducir a qué especie pertenecen. Las dificultades aumentan cuando se tratan solo de huesos aislados. En estos casos, se deberá recurrir a diferentes métodos para establecer la especie a la que pertenecen los restos óseos.

Cuando se trata de huesos aislados, como huesos largos y de adulto, se puede identificar la especie mediante el índice medular que representa la relación entre el diámetro mínimo del conducto medular y el diámetro mínimo de la diáfisis. En los huesos humanos, el índice es inferior a 0.5 en cualquier edad.³³

B. Número mínimo de individuos (NMI)

Es el paso más importante, es establecer el número mínimo de individuos. Para esto se reduce al máximo la cantidad de individuos que pueden estar representados en la muestra que se analiza. El criterio primordial de análisis es hacer un inventario de la cantidad de huesos de cada lado del cuerpo, así como huesos impares, incluyendo dientes. Una vez realizado este paso, se procede a clasificar aquellos que por rangos generales de edad (niños, jóvenes, adultos, seniles), sexo y morfología puedan corresponder a un mismo individuo, sin que necesariamente estos pertenezcan o no al mismo individuo. En consecuencia, a través de este procedimiento no se logra siempre establecer con precisión si en efecto los huesos pertenecen a un mismo individuo.³³

C. Estimación de la edad

Es el tercer paso del análisis de identificación antropológico forense. No es posible determinar la edad cronológica exacta; se logra estimar la edad biológica, y ésta se ofrece en términos de rangos que pueden ser de dos, cinco, diez, quince y hasta veinte años, dependiendo del investigador que asuma el caso y de los criterios técnicos que utilice.³³

Para estimar la edad se realiza un estudio de los cambios biológicos que se suceden en la estructura ósea de una persona durante su vida. Se debe tomar en cuenta que la edad cronológica se relaciona con la edad ósea, así como también se debe tener en consideración que existen variaciones entre cada tipo de población. Además se debe tomar en cuenta que el envejecimiento depende de múltiples factores que actúan sobre el organismo, algunos de origen endógeno, otros ambientales, como podrían ser los factores climáticos, de altura, de forma de vida, tipo de nutrición, trastornos endocrinos, etc.^{33,34,35}

Durante el crecimiento y desarrollo de una persona se puede estimar la edad biológica, considerando que normalmente no hay gran discrepancia significativa entre la edad cronológica y la biológica; sin embargo, la diferencia se acentúa a medida que el individuo llega a su etapa adulta y de envejecimiento. Se llega a producir una gran dispersión de la edad biológica en relación con la cronológica.^{33,34,35}

Se señala que el lapso intermedio en que se terminan los núcleos de osificación y comienza la senilidad, las transformaciones del esqueleto son débiles y variables, siendo mayor la dificultad en la apreciación de edad.^{33,34,35}

D. Estimación del sexo

El diagnóstico del sexo se puede estimar en un 95% de los casos cuando se cumplen las siguientes condiciones: el esqueleto se encuentra completo

y en buen estado de conservación, el individuo es adulto, se conoce la variabilidad morfométrica intragrupal de la población a la que pertenece el espécimen.³³

La determinación del sexo es más segura en adultos que en subadultos, porque las diferencias morfológicas resultan por la influencia hormonal, que fuertemente afectan a los huesos desde la pubertad en adelante debido a que las hormonas controlan el desarrollo y crecimiento de los huesos; diferencias entre los sexos resultan por las distintas velocidades y fuerzas del desarrollo óseo. Las mujeres terminan su desarrollo más temprano que los varones, quienes modifican su apariencia en forma drástica en la pubertad.³²

También se observa influencias socio-ecológicas que influyen en el desarrollo y por eso el aspecto de los huesos.

Misma forma del hueso es una consecuencia lógica de su función; los huesos son adaptados según sus necesidades biomecánicas específicas. La musculatura forma el hueso y con una inserción muscular más fuerte el grosor cortical crece proporcionalmente.³²

a. Métodos de estimación del sexo

Método morfológico

Los métodos morfológicos se basan en la observación de rasgos de dimorfismo sexual que dan resultados valiosos y una evaluación preliminar rápida. Sin embargo, están influenciados por el nivel de subjetividad. Muchas características de la evaluación del sexo como la prominencia glabellar, la forma del hueso púbico o la flexión de la rama mandibular solo pueden evaluarse morfológicamente. Estas características son difíciles de

medir, muestran errores entre observadores e intraobservadores, dificultades de clasificación y problemas en el análisis.³⁶

Este tipo de evaluación proporciona mejores resultados con los huesos intactos, mientras que su grado de precisión tiende a disminuir en los casos de huesos fragmentados o incompletos. Estas observaciones enfatizan el hecho de que los métodos de puntuación visual tienen objetividad y reproducibilidad limitadas.³⁶

Método métrico

Estos tipos de estudios se basan en el principio básico de variabilidad en las dimensiones masculinas y femeninas y utilizan principalmente diferentes métodos estadísticos para derivar modelos / ecuaciones que pueden usarse para el sexo de individuos. Los resultados numéricos obtenidos de los estudios métricos son más fáciles de evaluar e interpretar. Los estudios métricos han utilizado diferentes enfoques estadísticos tales como proporciones simples, puntos límite, puntos de identificación, puntos de corte, puntos de demarcación, análisis de regresión logística y análisis de función discriminante para el sexo. La precisión en el sexo obviamente puede variar según el método estadístico utilizado. Se puede utilizar para este método las radiografías y tomografías.³⁶

Método geométrico

Es un método para cuantificar la morfología de las estructuras rígidas que tienen curvas y protuberancias que no pueden ser analizadas y generalmente ignoradas por los métodos tradicionales. Permite una

evaluación detallada de los rasgos morfológicos que muestran las diferencias entre los esqueletos. El análisis se hace de tal manera que se elimina el efecto del tamaño como parámetro e incluso se consideran diferencias sutiles aumentando el nivel de precisión múltiple. En este método, la muestra se fotografía y se coloca en una computadora, las coordenadas del punto de referencia son luego se digitaliza y se analiza.³⁶

Análisis y modelos empleados identificar el dimorfismo sexual

Los estudios métricos han utilizado diferentes enfoques estadísticos, como proporciones simples, puntos de identificación, puntos de corte, puntos de demarcación, análisis de regresión logística y análisis de función discriminante para el sexo. La precisión en el sexo obviamente puede variar según el método estadístico utilizado. De todos los métodos estadísticos, el análisis de la función discriminante (DFA) sigue siendo el método estadístico más ampliamente empleado en el sexo del material esquelético hasta la fecha.³⁶

El análisis de función discriminante se ha convertido en una tendencia popular para determinar el sexo de los restos no identificados porque elimina los criterios subjetivos para la estimación del sexo y es fácil de usar sin ninguna experiencia previa. Es muy útil en casos de huesos que presenten daños físicos.

El análisis de función discriminante ayuda a asignar cualquier tema que tenga identidad desconocida a uno de los dos o más grupos en función de la observación multivariada lineal. Las funciones discriminantes obtenidas en la FDA son altamente específicas de la población y el porcentaje de

precisión varía de un conjunto de medidas a otro. Se aplica para analizar un conjunto de ejes que ofrecen la mayor posibilidad de discriminación entre dos o más grupos.³⁶

En primer lugar, distingue entre los grupos y calcula los puntajes de clasificación. Después de eso, los individuos se clasifican de acuerdo con el grupo para el que muestran el puntaje de clasificación más alto mediante validación cruzada para evaluar la precisión lograda. En el análisis de validación cruzada, los casos se clasifican con las funciones derivadas de todos los casos distintos del caso que se va a clasificar. Por lo tanto, se realiza una serie de análisis; excluyendo a un individuo a la vez, es decir, dejar una fuera de validación cruzada.³⁶

b. Estructuras para estimación de sexo

El cráneo, la mandíbula y la pelvis son los segmentos que aseguran el mayor porcentaje de acierto, siendo también a grandes rasgos, de similar aplicación para los subadultos. La ventaja del método morfológico es que la observación no requiere unos equipos costosos y difíciles de conseguir sino tan sólo la formación adecuada de quien estudia el material.³²

Pelvis

La pelvis ósea es la unidad anatómica que proporciona la información más fiable de cara a la estimación sexual. Esta región está formada por ambos coxales y el sacro, y tiene numerosas características que indican la diferencia de sexo. En líneas generales, la pelvis femenina, como está especialmente adaptada para el alumbramiento, es más ancha (distancia

entre los bordes superiores de ambas crestas ilíacas) y más baja (altura del coxal) que la masculina, que en general es más estrecha en todos sus diámetros. Los parámetros de menor valor son el grado de robustez, siempre mayor en los varones, así como la profundidad de la sínfisis del pubis, que es también mayor en el hombre como el agujero obturador. Los rasgos más determinantes son la escotadura ciática, que es más estrecha y profunda en el hombre, y el surco prearicular, que se halla presente de una manera más constante en el ilion femenino. El ángulo subpubiano en las mujeres suele estar por encima de 90° (Bruzek, 2002). El sacro también presenta diferencias según el sexo así, en el caso de las mujeres la distancia entre los vértices de las espinas ciáticas es mayor.³⁷

Otros huesos y funciones discriminantes

Cada hueso presenta una serie de medidas extremas que con un estudio antropométrico permiten discriminar el sexo probable del individuo, correspondiendo los huesos más largos, robustos y pesados a varones.

Así destacan, entre muchos otros, los estudios de Hanna y Washburn (1953), que centraron su atención en establecer las diferencias relacionadas con el sexo en la región isquiopúbica; los de Genovés (1959), que estudió las características sexuales en la población mexicana; el de Kelley (1979), que analizó una muestra de la colección Hamann-Todd y de indígenas de California; el de Novotny (1983) sobre una población checa; el de Schuller-Ellis et al. (1985) sobre americanos de distintos grupos o el de Yoldi (1998) sobre una colección ósea española perteneciente al grupo mediterráneo. La ventaja de este método es la reducción de la subjetividad

respecto a los métodos morfológicos, pero su inconveniente reside en qué las ecuaciones son específicas de cada población, y hay que estar seguro de cuáles usar ya que algunos caracteres dimórficos y métricos varían según el grupo humano que se analice. También es necesario tener en cuenta que si los restos están incompletos se aumenta el riesgo de tener una apreciación subjetiva hacia un sexo u otro.³⁷

Cráneo y mandíbula

Durante la adolescencia se modifican los cráneos de hombres y mujeres. Estos cambios afectan en primera línea el viscerocráneo en la región supraorbital y también el mentón del maxilar inferior, que parece más prominente y cuadrangular. Además la forma de las órbitas es cuadrangular en los hombres y en las mujeres, redonda. El cráneo no es la región del esqueleto cuyo sexo resulta más fácil de determinar, sobre todo si se encuentra roto o fragmentado.³⁷

No obstante, en líneas generales, el cráneo masculino es mayor y más pesado, con los rebordes de las inserciones musculares, tales como las líneas temporales y las crestas occipitales, mucho más marcadas que en la mujer. El varón tiene una frente que asciende con mayor inclinación, mientras que la mujer presenta una frente más vertical y curvada. En el cráneo masculino, los rebordes superciliares son más prominentes y los senos frontales más grandes pudiendo en ocasiones esbozarse un torus supraorbitario.

Morfológicamente, el cráneo masculino es más redondeado, mientras que el femenino tiende a conservar la forma adolescente. La protuberancia occipital externa y las apófisis mastoides acostumbran a ser de mayor tamaño en el varón, y en el caso de estas últimas, cuando se observa el cráneo por la norma superior, quedan a la vista. Los estudios de Hoshi (1962) establecen tres tipologías referidas a su frecuencia según el sexo a partir de la apófisis mastoide. En cuanto a los márgenes superiores de las órbitas, en el caso femenino son más finos que en el hombre, que son mucho más redondeados y gruesos. Por otro lado, la mandíbula aporta bastante información ya que, en general, en el caso femenino es más grácil, con el mentón redondeado, sin escotadura infrasinfisaria mentoniana o poco marcada y no suele presentar ni trígono mentoniano ni eversión de los ángulos gonianos. Las mandíbulas masculinas presentan una mayor robustez, con unas regiones goniales más desarrolladas y destacadas. La rama ascendente es más ancha y prolongada, con unas apófisis coronoides más desarrolladas.^{32,33,37}

Foramen magno

El Foramen Magno es un hito importante de la base del cráneo y es de particular interés en antropología, anatomía, medicina forense y otros campos médicos. Esta estructura se utiliza como diagnóstico del dimorfismo sexual, de por si se sabe que el foramen magno de las mujeres es pequeño que el de los varones. En 1982, Teixeira³⁰ tuvo la iniciativa de estudiarlo ya que puede ser útil para la identificación de restos humanos en circunstancias como accidentes de avión, desastres naturales, etc. Por lo

que propuso una fórmula para determinar el área de la estructura, tomando como referencia los diámetros sagital y transverso; los aplicó en una población brasileña.³⁸

$$\text{Área} = \frac{1}{4} \times \pi \times DAPM \times DTM$$

Para aplicar esa formula se tomaron dos parámetros de medida del foramen magno:

Diámetro anteroposterior máximo (DAPM): medida en dirección anteroposterior a lo largo del eje principal del foramen magno, específicamente la medida va desde el punto craneométrico basion hasta el otro punto craneométrico opistion.

Diámetro transversal máximo (DTM): Se mide aproximadamente perpendicular al diámetro anteroposterior, registrando la longitud más ancha del foramen magno.

Esta fórmula estimaba el sexo, si el área obtenida es menor a 806 mm² corresponde a una mujer, si era mayor a 964 mm², a un varón.

Al igual Routal³⁹ en 1984 propuso su fórmula para determinar el área del foramen magno que tomó los mismos parámetros de Teixeira³⁰ para la población hindú que es la siguiente:

$$\text{Área} = \pi \times \left(\frac{DAPM + DTM}{4} \right)^2$$

En este caso, si el área obtenida es menor a 771 mm² corresponde a una mujer, si era mayor a 819 mm², a un varón.

E. Estimación del grupo racial

Las poblaciones humanas se distinguen entre sí por una serie de rasgos que varían con una tendencia central y una frecuencia determinada en su distribución. Al fin de obviar algunas de las dificultades inherentes al estudio de la variabilidad de las poblaciones humanas, estas se han agrupado en grandes troncos geográficos-raciales, denominados caucasoide, mongoloide y negroide que designan ante todo una tendencia en el conjunto de rasgos, más que una pertenencia geográfica, el color de la piel o la forma de cabello. En países de tipo racial más homogéneo, posiblemente este punto es menos relevante, aún cuando en la actualidad no hay razas puras en el mundo por lo que es uno de los diagnósticos que más problema plantea, ya que los intentos de delimitación racial en la mayoría de los países latinoamericanos constituyen un procedimiento de aproximación, el cual, conjuntamente con el sexo, edad, proporciones corporales y rasgos individuales contribuye a destacar posibles víctimas relacionadas con los restos óseos en estudio. Si el esqueleto pertenece a un mestizo, el establecimiento de la proporción racial en su fenotipo es una labor casi imposible, así como la reconstrucción de piel, cabello, ojos. Sin embargo, lo podemos identificar como mestizo con rasgos negroides, mongoloides o caucasoides acentuados según la combinación que exprese del prognatismo dentoalveolar con el sulcus praenasalis, incisivos en pala, conjuntamente a aplanamiento facial y huesos nasales angostos. ^{33,34,35}

F. Estimación de la estatura

Después de determinar la edad, sexo y raza, se estima la estatura tomando en cuenta los parámetros de los componentes antes mencionados. Se debe considerar que es un parámetro muy variable, y que al igual de muchas características observadas, va a depender mucho del recuerdo familiar, para el caso de la información antemortem, y que por el paso del tiempo no es preciso.

Por demás, a nivel biológico, la estatura es uno de los elementos que presentan mayor variabilidad a nivel individual, ya que cambia a través de los años y la afectan diversos factores, incluso presenta variaciones a lo largo de un mismo día y su registro depende de la forma como se efectuó la medición. De esa misma manera, la estatura resultante de los análisis no es precisa, por lo cual se ofrece en rangos amplios.²⁷

3.2.4 Tomografía computarizada de haz cónico

Este tipo de tomografía apareció a finales de la década de los noventa a fin de obtener el esqueleto craneofacial, dando una alternativa a las radiografías intraorales y panorámicas, por lo que saca ventaja por no presentar superposición ni distorsión de las imágenes.³¹

A diferencia de la tomografía computarizada convencional que captura imágenes en múltiples planos, ésta realiza de un solo barrido la captura de imagen de la cabeza del paciente, con un haz de rayos de forma cónica por

lo que la imagen final que se obtiene puede ser esférica o cilíndrica. La radiación que se utiliza con estos aparatos oscila entre 13 a 77 μSv .

Otras de las características de este tipo de tomógrafo es que se puede clasificar por el tipo de campo de visión. Puede haber de gran campo de visión y campo de visión limitado. El de gran campo se caracteriza por ser más extensa la imagen anatómica a tomar, entonces su exposición a radiación será más elevada y nos dará una menor resolución de imagen. En cambio, las de campo de visión limitado muestra una imagen pequeña por lo que su radiación será menos y mejor resolución de imagen.³²

3.2.5 Usos en odontología de tomografías computarizadas de haz cónico

En la actualidad, el uso de la tomografía es muy usado en el campo de la odontología como examen auxiliar. Para usarlo de una manera eficaz es necesario conocer que tomógrafo de haz cónico es conveniente para los casos a evaluar. Por ejemplo, se recomienda un campo de visión grande en cuanto a las áreas de periodoncia, implantología, ortodoncia y oclusión ya que se evalúa al paciente de manera general en cuanto a las piezas dentarias y el hueso presenta una resolución de imagen adecuada para su estudio; y de campo de visión limitado en el área de endodoncia y en el diagnóstico de caries ya que se evalúa a las piezas dentarias a manera específica.⁴⁰

La tomografía computarizada es un método no invasivo que puede contribuir en el escenario forense real, junto con una actualización y reevaluación sistemática de los métodos antropológicos tradicionales que

los hacen más receptivos y precisos en las poblaciones contemporáneas en constante cambio. Aunque estos métodos son bastante caros de usar, proporcionan resultados alentadores en la estimación del sexo.³⁶

3.3 Definición de términos

- **Dimorfismo sexual**

Característica que diferencia el aspecto físico como tamaño, forma, aparte de los órganos reproductivos, entre los dos sexos de la misma especie, en este caso hombre y mujer.

- **Foramen magno**

Conocido como orificio occipital ya que la estructura se ubica en el hueso occipital y forma parte de la base de cráneo. Estructura que conecta la médula espinal con el cerebro, así como el paso de arterias vertebrales.

- **Diámetro anteroposterior máximo**

Medida en dirección anteroposterior a lo largo del eje principal del foramen magno, específicamente la medida va desde el punto craneométrico basion hasta el otro punto craneométrico opistion.

- **Diámetro transversal máximo**

Medida que se realiza en el foramen magno aproximadamente perpendicular al diámetro anteroposterior, registrando la longitud más ancha de la estructura anatómica.

- **Área del foramen magno**

Superficie que se obtiene con los valores del diámetro anteroposterior máximo y diámetro transversal máximo, mediante una fórmula matemática (Routal³⁸ y Teixeira³⁹).

3.4 Hipótesis

3.4.1 Hipótesis general

Existe dimorfismo sexual en el foramen magno en las tomografías computarizadas Cone Beam tomadas a pacientes de la Clínica de la Facultad de Odontología.

3.5 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	CATEGORÍA
Sexo	Diferenciación de la especie	-----	-----	-Sexo registrados en las tomografías	Nominal	Masculino Femenino
Dimensiones del foramen magno	Medidas halladas a través de las fórmulas de Teixeira ³⁸ y Routal ³⁹	Fórmula Teixeira ³⁸	Diámetro anteroposterior máximo	Medidas obtenidas del foramen magno (diámetro anteroposterior, transversal y área)	De Razón	Diámetro transversal y anteroposterior en milímetros.
			Diámetro transversal máximo			
			Área del foramen magno			
		Fórmula Routal ³⁹	Diámetro anteroposterior máximo			Áreas obtenidas en milímetros cuadrados.
			Diámetro transversal máximo			
			Área del foramen magno			

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Transversal retrospectivo porque se recolectó información de las tomografías computarizadas Cone Beam (diámetro transversal máximo y diámetro anteroposterior máximo) sin manipular las variables en un determinado tiempo temporal. El diseño de la investigación es descriptivo.

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

Tomografías computarizadas Cone Beam tomadas a pacientes que acudieron a la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el año 2017, en un número de 573.

4.2.2 Muestra

La muestra poblacional fue no probabilística, por conveniencia. Se seleccionaron las tomografías que cumplían con el criterio de inclusión y exclusión, fue un total de 272 tomografías computarizadas Cone Beam de la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el año 2017.

4.2.3 Criterios de inclusión

- Tomografías de pacientes adultos de 18 a 82 años.
- Tomografías de pacientes que no presentaron lesiones congénitas o adquiridas a nivel de base de cráneo.
- Tomografías de pacientes que no presentaron fracturas a nivel de base de cráneo.

4.2.4 Criterios de exclusión

- Pacientes cuyas tomografías no puedan realizarse las medidas con la rigurosidad que requiera las técnicas empleadas por Teixeira³⁰ y Routal³¹.

4.2.5 Unidad de análisis

Tomografías de pacientes adultos que acudieron a la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

4.3 Procedimientos y técnica

4.3.1 Obtención de la muestra

Se obtuvo 272 tomografías de pacientes de 18 a 82 años del banco de tomografías de la Clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, según los criterios de inclusión y exclusión. Las tomografías fueron tomadas con el tomógrafo PointNix el cual presenta un campo amplio, ideal para observar hueso, en este caso al cráneo.

4.3.2 Calibración del investigador

Primero se realizó el entrenamiento de la investigadora con un experto en el área de Radiología Oral para medir correctamente las dimensiones del foramen magno en las tomografías. Luego se procedió a realizar la calibración con el 10% de la muestra y se aplicó la prueba estadística de coeficiente de correlación intraclase. Este proceso consistió en dos momentos:

En un primer momento, el experto y la investigadora por separado obtuvieron las medidas (diámetro anteroposterior máximo y diámetro transversal máximo) en cada una de las tomografías mediante el programa Realscan Cdviewer PointNix 2.0 y anotaron en sus respectivas fichas (ver Anexo 1 y 2). Se aplicó la prueba estadística para hallar la confiabilidad interexaminador en la cual se obtuvo 0.958 en la medida del diámetro anteroposterior máximo y 0.987 para la medida de diámetro transversal máximo; indicando una correlación inter-examinador casi perfecta al realizar ambas mediciones.

En un segundo momento, la investigadora volvió a tomar medidas de las mismas tomografías por segunda vez anotándolo en una ficha (ver Anexo 2 y 3) y se aplicó la prueba estadística coeficiente de correlación intraclase, en la cual se obtuvo 0.992 en la medida del diámetro anteroposterior máximo y 0.994 para la medida de diámetro transversal máximo; indicando una correlación inter-examinador casi perfecta al realizar ambas mediciones.

Finalmente, el experto en el área de Radiología procedió a firmar la constancia de calibración (ver anexo 4) y la investigadora ejecutó la muestra restante.

4.3.3 Ejecución

Se procedió a medir las dimensiones del foramen magno en las 272 tomografías mediante el programa Realscan Cdviewer PointNix 2.0, en el cual para obtener la estructura deseada se tuvo que colocar los ejes tomográficos en el corte sagital entre el bastion y el clivus cuando se aprecia de manera nítida el odontoides.

Posterior a este paso se realizó en el corte coronal la ubicación del foramen magno y se midió, obteniendo la imagen en opción de MIP y espesor de volumen de 5 mm para obtener medidas más nítidas.

Se midió el diámetro anteroposterior máximo y el diámetro transversal máximo del foramen magno.

Diámetro anteroposterior máximo (DAPM): medida en dirección anteroposterior a lo largo del eje principal del foramen magno, específicamente la medida va desde el punto craneométrico Basion hasta el otro punto craneométrico Opistion.

Diámetro transversal máximo (DTM): Se mide aproximadamente perpendicular al diámetro anteroposterior, registrando la longitud más ancha del foramen magno.

Para obtener el área del foramen magno se procedió a usar las fórmulas según Routal³⁸ y Teixeira³⁹.

Según Routal: $\text{Área} = \frac{1}{4} \times \pi \times DAPM \times DTM$

Según Teixeira: $\text{Área} = \pi \times \left(\frac{DAPM + DTM}{4} \right)^2$

4.3.4 Recolección de datos

Se procedió a evaluar las tomografías obteniéndose las medidas y el valor de las áreas del foramen magno y fueron registradas en una ficha de recolección de datos elaborado para ese fin. (ver Anexo 5).

4.4 Procesamientos de datos

Finalizada la recolección de datos, éstos fueron procesados en un ordenador Windows; creando una base de datos en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 22.0, orientados a obtener los resultados estadísticos necesarios para realizar el análisis, discusión y conclusiones de la investigación.

4.5 Análisis de resultados

Se realizó el análisis estadístico descriptivo de las variables sexo y dimensiones del foramen magno a través de tablas de frecuencia y gráficos de barras.

Para la prueba de normalidad fueron analizados mediante la prueba de Kolmogorov-Sminov y se obtuvo que las dimensiones del foramen

magno (Diámetro anteroposterior máximo y Diámetro Transversal máximo) y las áreas, presentan distribución normal ($p>0,05$).

Para el análisis estadístico inferencial se aplicó la prueba de t de Student para muestras independientes con el fin de evaluar las diferencias significativas entre el sexo y las dimensiones del foramen magno ($p<0,05$).

Posteriormente se aplicó la correlación de Pearson entre cada una de las dimensiones del foramen magno para establecer su grado de correlación ($p<0,05$).

Finalmente se aplicó la prueba estadística de análisis discriminante para obtener una ecuación de regresión lineal predictora de sexo a partir de las dimensiones del foramen magno.

V. RESULTADOS

Tabla N°1

Distribución de la muestra según sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	102	37.5
Femenino	170	62.5
Total	272	100.0

En la tabla N°1 se observa la distribución de la muestra compuesta por 272 tomografías computarizadas Cone Beam, correspondiendo 170 al sexo femenino; representado por 62,5%; y 102 pertenecen al sexo masculino, representado por 37,5%.

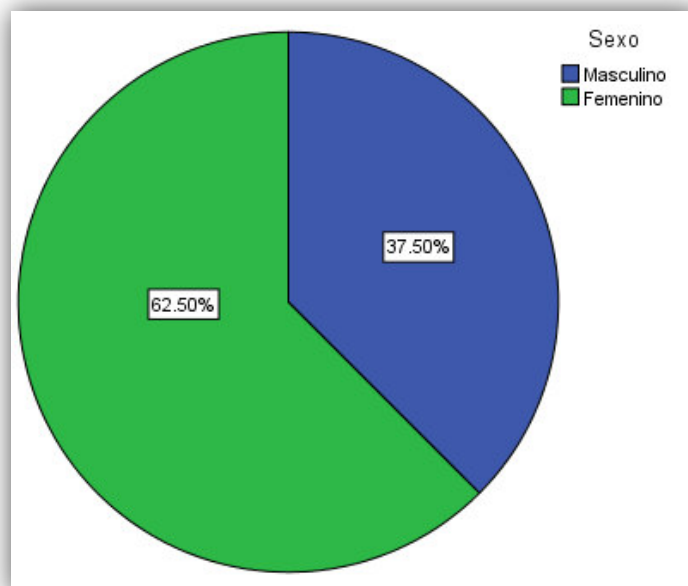


Gráfico N°1

Distribución de la muestra según sexo.

Tabla N°2

Distribución de la muestra según edad.

Edad	Frecuencia	Porcentaje
18-20 años	19	7.0
21-30 años	76	27.9
31-40 años	59	21.7
41-50 años	49	18.0
51-60 años	42	15.4
61-82 años	27	9.9
Total	272	100.0

En la tabla N°2 se observa que la muestra conformada por 272 tomografías computarizadas cone beam fueron distribuidos por seis grupos etáreos, obteniéndose que el rango de 18 a 20 años representa al 7%, el de 21 a 30 años representa al 27,9%, el de 31 a 40 años representa al 21,7%, el de 41 a 50 años representa al 18%, el de 51 a 60 años representa al 15,4% y el de 61 a 82 años de edad representa al 9,9%. Se observa que el grupo etáreo de 21 a 30 años es el más prevalente en la muestra.

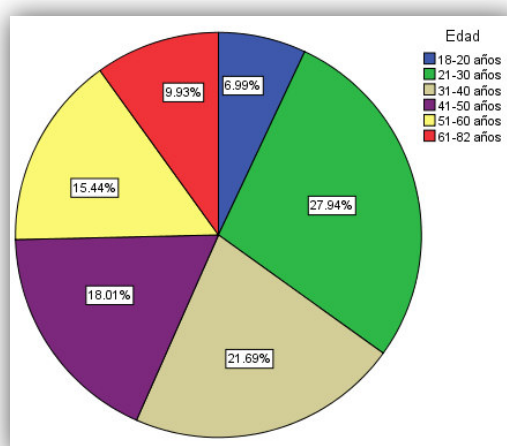


Gráfico N°2

Distribución de la muestra según edad.

Tabla °3
Distribución de la muestra según edad y sexo.

Grupo de edad	Mujeres		Varones		Total	
	n	%	n	%	N	%
18-20 años	6	3.5	13	12.7	19	7
21-30 años	48	28.2	28	27.5	76	27.9
31-40 años	36	21.2	23	22.5	59	21.7
41-50 años	33	19.4	16	15.7	49	18
51-60 años	30	17.6	12	11.8	42	15.4
61-82 años	17	10	10	9.8	27	9.9
Total	170	62.5	102	37.5	272	100

En la tabla N° 3 se observa la distribución de 272 tomografías computarizadas cone beam según sexo y edad, cabe indicar que el 62.5% de la muestra pertenece al sexo femenino y que el mayor porcentaje de la muestra corresponde del grupo etáreo de 21 a 30 años (27.9%).

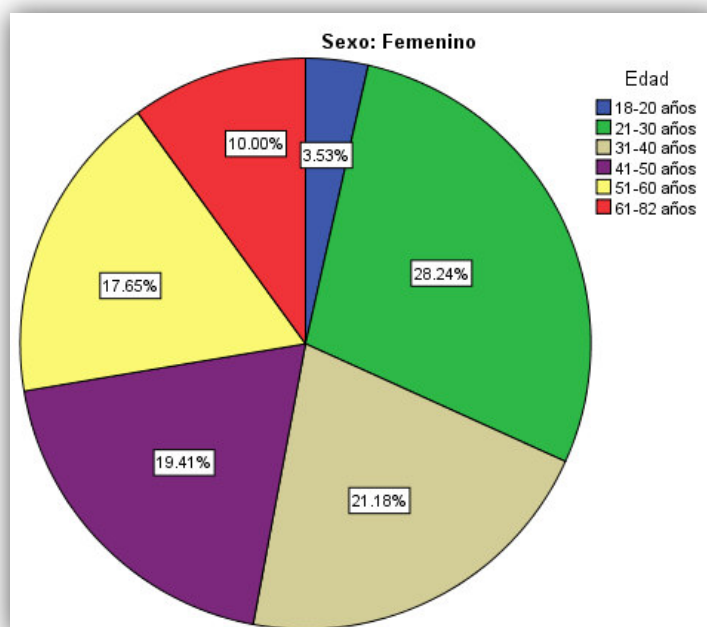


Gráfico N° 3

Distribución de la muestra por rangos de edad según sexo femenino.

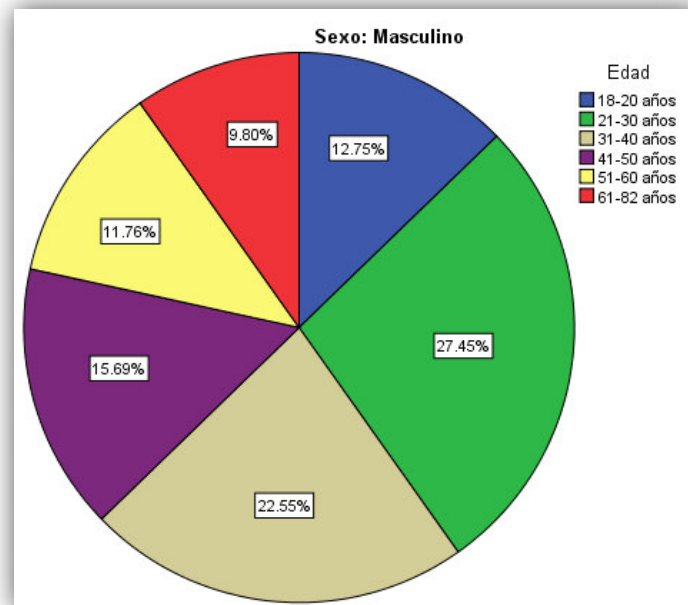


Gráfico N°4

Distribución de la muestra por rangos de edad según sexo masculino.

Tabla N°4**Promedio del Diámetro Anteroposterior máximo según sexo.**

	Sexo	DAPM
Masculino	Media	37.2873
	Desv. típ.	2.62270
	Mínimo	30.00
	Máximo	43.40
Femenino	Media	34.7265
	Desv. típ.	2.26242
	Mínimo	27.60
	Máximo	44.60

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

En la tabla N°4 los promedios de la medida del diámetro anteroposterior máximo del foramen magno según sexo, siendo el valor promedio en el sexo masculino de 37.2873 con valor máximo de 43.40 y mínimo de 30.00; en el sexo femenino de 34.7265 con valor máximo de 44.60 y mínimo de 27.60.

Tabla N°5

Promedio del Diámetro Transversal máximo según sexo.

Sexo		DTM
Masculino	Media	33.0529
	Desv. típ.	2.45694
	Mínimo	28.00
	Máximo	39.70
Femenino	Media	30.3276
	Desv. típ.	2.22346
	Mínimo	24.00
	Máximo	36.60

*DTM: Diámetro Transversal Máximo

En la tabla N°5 los promedios de la medida del diámetro transversal máximo del foramen magno según sexo, siendo el valor promedio en el sexo masculino fue de 33.0529 con valor máximo de 39.70 y mínimo de 28.00; en el sexo femenino de 30.3276 con valor máximo de 36.60 y mínimo de 24.00.

Tabla N°6

Promedio del área del foramen magno basada en la fórmula de Routal según sexo.

Sexo		AFMr
Masculino	Media	971.2356
	Desv. típ.	128.74130
	Mínimo	659.73
	Máximo	1302.10
Femenino	Media	829.2313
	Desv. típ.	101.32892
	Mínimo	610.73
	Máximo	1219.00

*AFMr: Área del foramen magno según Routal

En la tabla N°6 los promedios del área del foramen magno basada en la fórmula de Routal según sexo, siendo el valor promedio en el sexo masculino de 971.2356 con valor máximo de 1302.10 y mínimo de 659.73; en el sexo femenino de 829.2313 con valor máximo de 1219.00 y mínimo de 610.73.

Tabla N°7

Promedio del área del foramen magno basada en la fórmula de Teixeira según sexo.

Sexo		AFMt
Masculino	Media	975.6326
	Desv. típ.	128.87521
	Mínimo	660.52
	Máximo	1307.41
Femenino	Media	833.9588
	Desv. típ.	101.52815
	Mínimo	613.56
	Máximo	1237.86

*AFMt: Área del foramen magno según Teixeira

En la tabla N°7 los promedios del área del foramen magno basada en la fórmula de Teixeira según sexo, siendo el valor promedio en el sexo masculino 975.6326 con valor máximo de 1307.41 y mínimo de 660.52; en el sexo femenino de 833.9588 con valor máximo de 1237.86 y mínimo de 613.56.

Tabla N°8

Comparación entre ambos sexos según las medidas de diámetro anteroposterior máximo.

Dimensiones del foramen magno	Sexo	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencia de medias	t	p-value
DAPM	Femenino	170	34.73	2.26	0.17	-2.561	-8.507	0.000
	Masculino	102	37.29	2.62	0.26			

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

En la tabla N°8 se muestra la comparación entre el sexo masculino y femenino según los valores de la medida del diámetro anteroposterior máximo. Los valores del sexo masculino fueron significativamente mayores al de las mujeres por lo que se encontró diferencias significativas entre ambos sexos ($p=0.000$) mediante la prueba de t de student para muestras independientes ($p<0.05$).

Tabla N°9

Comparación entre ambos sexos según las medidas de diámetro transversal máximo.

Dimensiones del foramen magno	Sexo	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencia de medias	t	p-value
DTM	Femenino	170	30.33	2.22	0.17	-2.725	-9.405	0.000
	Masculino	102	33.05	2.46	0.24			

*DTM: Diámetro transversal máximo

En la tabla N°9 se muestra la comparación entre el sexo masculino y femenino según los valores de la medida del diámetro transversal máximo. Los valores del sexo masculino fueron significativamente mayores al de las mujeres por lo que se encontró diferencias significativas entre ambos sexos ($p=0.000$) mediante la prueba de t de student para muestras independientes ($p<0.05$).

Tabla N°10

**Comparación entre ambos sexos según el área del foramen magno
basada en la fórmula de Routal.**

Dimensiones del foramen magno	Sexo	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencia de medias	t	p-value
AFMr	Femenino	170	829.23	101.33	7.77	-142.004	-9.512	0.000
	Masculino	102	971.24	128.74	12.75			

*AFMr: Área basada en fórmula de Routal

En la tabla N°10 se muestra la comparación entre el sexo masculino y femenino según los valores de la área del foramen magno basada en la fórmula de Routal. Los valores del sexo masculino fueron significativamente mayores al de las mujeres por lo que se encontró diferencias significativas entre ambos sexos ($p=0.000$) mediante la prueba de t de student para muestras independientes ($p<0.05$).

Tabla N°11

**Comparación entre ambos sexos según el área del foramen magno
basada en la fórmula de Teixeira.**

Dimensiones del foramen magno	Sexo	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencia de medias	t	p-value
AFMt	Femenino	170	833.96	101.53	7.79	-141.674	-9.477	0.000
	Masculino	102	975.63	128.88	12.76			

*AFMt: Área basada en fórmula de Teixeira

En la tabla N°11 se muestra la comparación entre el sexo masculino y femenino según los valores de la área del foramen magno basada en la fórmula de Teixeira. Los valores del sexo masculino fueron significativamente mayores al de las mujeres por lo que se encontró diferencias significativas entre ambos sexos ($p=0.000$) mediante la prueba de t de student para muestras independientes ($p<0.05$).

Tabla N°12

Correlación de las dimensiones del foramen magno con respecto al sexo femenino.

Dimensiones del foramen magno		DAPM	DTM	AFMr	AFMt
DAPM	Correlación de Pearson	1	,527**	,860**	,878**
	Sig. (bilateral)	-	.000	.000	.000
	N	170	170	170	170
DTM	Correlación de Pearson	,527**	1	,886**	,868**
	Sig. (bilateral)	.000	-	.000	.000
	N	170	170	170	170
AFMr	Correlación de Pearson	,860**	,886**	1	,999**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	-	.000
	N	170	170	170	170
AFMt	Correlación de Pearson	,878**	,868**	,999**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	-
	N	170	170	170	170

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

**DTM: Diámetro Transversal máximo

+AFMr: Área basada en fórmula de Routal

++AFMt: Área basada en fórmula de Teixeira

En la tabla N°12 se muestra la correlación de las dimensiones del foramen magno entre sí con respecto al sexo femenino, obteniéndose que el diámetro anteroposterior máximo del foramen magno presenta una correlación positiva moderada con respecto al diámetro transversal máximo ($r=0.527$) y una correlación positiva muy alta con las áreas basadas en las fórmulas de Routal ($r=0.860$) y Teixeira ($r=0.878$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Además se puede observar que el diámetro transversal máximo presenta correlación positiva muy alta con las áreas basadas en las fórmulas de Routal

($r=0.886$) y Teixeira ($r=0.868$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Finalmente ambas áreas del foramen magno presentan una correlación positiva muy alta ($r=1.00$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Tabla N°13.

Correlación de las dimensiones del foramen magno con respecto al sexo masculino.

Dimensiones del foramen magno		DAPM	DTM	AFMr	AFMt
DAPM	Correlación de Pearson	1	,652**	,900**	,911**
	Sig. (bilateral)	-	.000	.000	.000
	N	102	102	102	102
DTM	Correlación de Pearson	,652**	1	,916**	,905**
	Sig. (bilateral)	.000	-	.000	.000
	N	102	102	102	102
AFMr	Correlación de Pearson	,900**	,916**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	-	.000
	N	102	102	102	102
AFMt	Correlación de Pearson	,911**	,905**	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	-
	N	102	102	102	102

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

**DTM: Diámetro Transversal máximo

+AFMr: Área basada en fórmula de Routal

++AFMt: Área basada en fórmula de Teixeira

En la tabla N°13 se muestra la correlación de las dimensiones del foramen magno entre sí con respecto al sexo masculino, obteniéndose que el diámetro anteroposterior máximo del foramen magno presenta una correlación positiva alta con respecto al diámetro transversal máximo ($r=0.652$) y una correlación positiva muy alta con las áreas basadas en las fórmulas de Routal ($r=0.900$) y Teixeira ($r=0.911$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Además se puede observar que el diámetro transversal máximo presenta correlación positiva muy alta con las áreas basadas en las fórmulas de Routal

($r=0.916$) y Teixeira ($r=0.905$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Finalmente ambas áreas del foramen magno presentan una correlación positiva muy alta ($r=1.00$) según el Coeficiente de Correlación de Pearson con un nivel de significancia de $p<0.05$.

Tabla N°14

**Ecuaciones de regresión lineal de cada dimensión del foramen magno
para discriminar sexos y su predictibilidad.**

DAPM			
D = -14.848 + 0.416 (DAPM)			
Wilks Lambda = 0.789, p-value < 0.001	Femenino	Masculino	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	79.41%	70.59%	76.10%
Función centroide de grupo	-0.400	0.666	Varones > 0.001
DTM			
D = -13.550 + 0.432 (DTM)			
Wilks Lambda = 0.753, p-value < 0.001	Femenino	Masculino	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	78.82%	70.58%	75.73%
Función centroide de grupo	-0.442	0.736	Varones > 0.01
AFMr			
D = -7.853 + 0.009 (AFMr)			
Wilks Lambda = 0.726, p-value < 0.001	Femenino	Masculino	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	78.82%	72.55%	76.47%
Función centroide de grupo	-0.474	0.790	Varones > 0.01
AFMt			
D = -7.883 + 0.009 (AFMt)			
Wilks Lambda = 0.728, p-value < 0.001	Femenino	Masculino	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	76.47%	67.65%	76.83%
Función centroide de grupo	-0.472	0.787	Varones > 0.01

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

**DTM: Diámetro Transversal máximo

+AFMr: Área basada en fórmula de Routal

++AFMt: Área basada en fórmula de Teixeira

En la tabla N°14 se muestra una ecuación de regresión lineal con todas las dimensiones estudiadas del foramen magno.

Respecto al diámetro anteroposterior máximo, utilizando su ecuación de regresión lineal si se obtiene un valor mayor a 0.001 corresponde al sexo masculino y si es menor a 0.001 es de sexo femenino. Al utilizar dicha ecuación

se predijo en un 79.41% al sexo femenino y 70.59% al sexo masculino, de manera general se predijo en un 76.10%.

Respecto al diámetro transversal máximo, utilizando su ecuación de regresión lineal si se obtiene un valor mayor a 0.01 corresponde al sexo masculino y si es menor a 0.01 es de sexo femenino. Al utilizar dicha ecuación se predijo en un 78.82% al sexo femenino y 70.58% al sexo masculino, de manera general se predijo en un 75.73%.

Respecto al área basada en fórmula de Routal, utilizando su ecuación de regresión lineal si se obtiene un valor mayor a 0.01 corresponde al sexo masculino y si es menor a 0.01 es de sexo femenino. Al utilizar dicha ecuación se predijo en un 78.82% al sexo femenino y 72.55% al sexo masculino, de manera general se predijo en un 76.47%.

Respecto al área basada en fórmula de Teixeira, utilizando su ecuación de regresión lineal si se obtiene un valor mayor a 0.01 corresponde al sexo masculino y si es menor a 0.01 es de sexo femenino. Al utilizar dicha ecuación se predijo en un 76.47% al sexo femenino y 67.65% al sexo masculino, de manera general se predijo en un 76.83%.

Tabla N°15

Análisis discriminante usando las dimensiones del foramen magno para discriminar sexos.

D = -11.849 + 0.080(DAPM) + 0.165(DTM) + 0.004(AFMr) + 0.000(AFMT)^a			
Wilks Lambda = 0.725, p value < 0.001	Femenino	Masculino	Total
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	79.41%	70.59%	76.83%
Función centroide de grupo	-0.475	0.792	Masculino > 0.01

a: No se toma en cuenta a la hora de realizar la ecuación.

*DAPM: Diámetro anteroposterior máximo

**DTM: Diámetro Transversal máximo

+AFMr: Área basada en fórmula de Routal

++AFMT: Área basada en fórmula de Teixeira

En la tabla N°15 se muestra una ecuación de regresión lineal con todas las dimensiones estudiadas del foramen magno. Se observa el coeficiente de la Lambda de Wilk es de 0.725 por lo que demuestra que todas las variables usadas en la ecuación son independientes entre sí. También se aprecia la predictabilidad de sexo utilizando la ecuación de regresión lineal en la cual si se obtiene un valor mayor a 0.01 corresponde al sexo masculino y si es menor a 0.01 es de sexo femenino. Al utilizar dicha ecuación se predijo en un 79.41% al sexo femenino y 70.59% al sexo masculino, de manera general se predijo en un 76.83%.

Tabla N°16**Precisión del modelo final para predictabilidad de dimorfismo sexual.**

Sexo real	Sexo predictivo		% Predictivo
	Femenino	Masculino	
Femenino	135	35	76,83%
Masculino	30	72	
Total	165	107	

En la tabla N°16 se observa la precisión de predicción de sexo al aplicar la ecuación obtenida de las dimensiones del foramen magno. Se predijo el sexo en 135 mujeres del total de 165 y en 72 hombres del total de 107, por lo que se obtiene que predice el sexo en un 76.83%.

VI. DISCUSIÓN

El propósito de la investigación fue determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos, en los resultados se observa diferencias significativas entre las dimensiones del foramen magno (diámetro anteroposterior máximo, diámetro transversal máximo, áreas basadas según Routal y Teixeira) y el sexo ($p < 0.05$). Así como también se encontró correlación positiva entre las dimensiones del foramen magno ($p < 0.05$). Luego se realizó un análisis discriminante donde se evaluó la independencia de las variables para así formar la ecuación de regresión lineal, la cual nos ayudó a predecir el sexo en un 76,83%, un porcentaje que nos podría indicar que el uso de esta ecuación debe ser tomada solo en algunos casos donde las principales estructuras óseas para estimación de sexo no estén presentes.

En cuanto a determinar el área del foramen magno según sexo para cada método, el valor promedio del área según Routal en el sexo masculino fue de 971.23 ± 128.74 y en el sexo femenino es 829.23 ± 101.33 . El valor promedio del área según Teixeira es de 975.63 ± 128.88 en el sexo masculino y 833.96 ± 101.53 en el sexo femenino. Se observa que las medidas promedio en el sexo masculino son mayores en relación al sexo femenino ya que estos valores fueron obtenidos mediante fórmulas que están basadas en los diámetros anteroposterior y transversal máximo del foramen magno, en donde los valores del sexo masculino (Diámetro anteroposterior máximo = 37.29 ± 2.62 , diámetro transversal máximo = 33.05 ± 2.46) son ligeramente mayores al del sexo femenino (Diámetro anteroposterior máximo = 34.73 ± 2.26 , diámetro transversal máximo = 30.33 ± 2.22), sin embargo se ha encontrado

que el valor máximo del diámetro anteroposterior máximo en el sexo femenino (44.60) es mayor que el del sexo masculino (43.40) . Por lo que nos podría decir que ese valor máximo encontrado en esa variable en el sexo femenino interfiere en la precisión de sexo en la ecuación de regresión lineal. Además se observa que los valores mínimos obtenidos al calcular el área en el sexo masculino con ambos métodos (659.73 con el área según Routal y 613.56 según Teixeira) se encuentra dentro del rango de los valores obtenidos con el sexo femenino al utilizar ambos métodos, por lo que nos hace pensar que sólo emplear las fórmulas según Teixeira y Routal no determina el dimorfismo sexual de una manera eficaz.

Respecto a determinar la relación entre las dimensiones del foramen magno (diámetro transversal, diámetro anteroposterior, áreas) con respecto al sexo, a pesar de que los valores de las dimensiones del foramen magno del sexo masculino sean ligeramente mayores con las del sexo femenino, al momento de aplicar t de student para muestras independientes se encontró diferencias significativas entre ambos sexos en relación a las medidas estudiadas ($p < 0.05$). Además al aplicar correlación de Pearson para evaluar la relación de las dimensiones fue bivariada entre ambos sexos se obtuvo que las correlaciones fueron positivas muy altas en su mayoría, salvo la correlación de los diámetros en el sexo femenino que fue moderada ($r = 0.527$). También se destacó la correlación de las áreas del foramen magno basadas en Routal y Teixeira en el sexo masculino y femenino, que fueron 1.00 y 0.99, respectivamente. Lo cual hace pensar que ambas fórmulas pueden ser tomadas como similares ya que se basan en los parámetros de diámetro anteroposterior y transversal máximo,

al igual que hace pensar que el foramen magno es una estructura que puede determinar el dimorfismo sexual.

En referencia a establecer los valores y fórmulas discriminantes para hallar el sexo, se obtuvo una ecuación de regresión lineal $D = -11.849 + 0.080(\text{Diámetro anteroposterior máximo}) + 0.165(\text{Diámetro transversal máximo}) + 0.004(\text{Área basada en la fórmula de Routal}) + 0.000(\text{Área basada en la fórmula de Teixeira})$, en la cual si se reemplaza los datos requeridos se obtiene que los valores mayores a 0.01 se le considera del sexo masculino y los valores menores a éste, del sexo femenino. Se observó que para esta ecuación solo se utilizó tres de las cuatro dimensiones analizadas durante esta investigación, se podría decir que al aplicar el análisis de función discriminante se consideró a ambas fórmulas del foramen magno idénticas (Correlación de Pearson $r=1.00$) y se decidió solo aplicar una para así no alterar el estudio.

Edwards y cols (2013), realizaron una investigación acerca de las medidas del foramen magno en relación a la estimación de sexo biológico. Se encontró diferencias significativas entre ambos sexos y las variables discriminantes diámetro transversal y anteroposterior fueron las más confiables para predecir sexo en un 63.6%. Después de realizar el análisis multivariado, la ecuación que presentaba las tres variables obtuvo 66.4% de precisión en la clasificación de hombres y mujeres.¹⁹ El presente estudio obtuvo una predicción de 76.1% con la ecuación realizada a partir de los valores del diámetro anteroposterior máximo, 75.73% con la ecuación realizada a partir de los valores del diámetro transversal máximo, 76.47% con la ecuación basada en la fórmula de área basada en Routal y 76.83% basado en la ecuación basada en la fórmula de

área basada en Teixeira, por lo que podríamos decir que esta investigación presenta mejores resultados en la predictabilidad del dimorfismo sexual.

Jain P y cols (2014), realizaron un estudio acerca la confiabilidad y exactitud del foramen magno en el dimorfismo sexual mediante funciones discriminantes en la una población hindú. Se usó t de student para relacionar las variables de ambos sexos donde se encontró diferencias significativas ($p < 0.01$). Se obtuvo mediante funciones discriminantes que las medidas predecían 75.7% del sexo. En la presente investigación se encontró diferencias significativas entre el sexo y las dimensiones del foramen magno predicen en un 76.83% el sexo, casi similar al porcentaje encontrado en el estudio de Jain¹⁸, a pesar de no considerar el índice.

Venkatesh G. y cols (2015), realizaron una investigación de la determinación del sexo en relación al foramen magno en una población de la India. Se encontró diferencias significativas entre los parámetros y el sexo. También se aplicó ecuaciones para predecir sexo, por cada parámetro. Por cada valor se obtuvo que predice el sexo en un 69.6% en longitud del foramen magno y en ancho transversal, 66.4%. En área del foramen 70.3%, hubo diferencia significativa entre las formulas. En el presente estudio es similar puesto que aplicamos t de student para encontrar diferencia significativa entre el sexo y las dimensiones, además que el estudio presenta un porcentaje mayor de predictabilidad de sexo en todas las ecuaciones de regresión lineal en relación al de Venkatesh¹⁶.

Tambawala S. y cols (2016), realizaron una evaluación del foramen magno en relación con la determinación del sexo mediante tomografía computarizada de

haz cónico en una población de la India. Se encontró que existen diferencias significativas en la relación del foramen magno y la estimación del sexo. Se encontró que las dimensiones del foramen magno determina el sexo en un 66.4%, 70.3% en hombres y 62.6% en mujeres. En cuanto a las áreas, según Teixeira¹⁵ fue la mejor con 66.4%. En el estudio también encontró diferencias significativas entre el sexo y las dimensiones, además que obtuvo 76.83% en la precisión de la ecuación de regresión lineal.¹⁵

Singh P. y cols (2017), realizaron una investigación acerca del dimorfismo sexual a través del foramen magno en una población de Nepal. En los resultados, se encontró diferencias significativas entre los valores del foramen magno y el sexo. Se aplicó función discriminante a todas las variables con lo que se obtuvo 75% de predicción del género, así como por cada variable se obtuvo el 65% de predicción de sexo con la ecuación a partir del diámetro transversal, 67% a partir del diámetro anteroposterior y 73% a partir de las áreas del foramen.¹² El presente estudio tuvo un similar porcentaje de predicción de sexo al utilizar la ecuación que se forma a partir de todas las variables, sin embargo el porcentaje de predicción de sexo a partir de las ecuaciones que se desarrollaban con cada variable, presentan mayor porcentaje en relación al estudio de Singh¹².

Tellioglu A. y cols (2018), realizaron una investigación de las medidas morfométricas y su relación con la determinación al sexo en una población de Turquía. Se encontró que los valores de los hombres eran mayores que de las mujeres y la diferencia fue significativa. En cuanto a las funciones discriminantes, en mujeres se obtuvo 64%; hombres, 70%; y en ambos, 67%. Ellos concluyeron que las medidas del foramen magno podrían utilizarse para

estimar el sexo.⁶En el presente estudio también se obtuvo diferencias significativas entre las medidas realizadas y el sexo y el porcentaje de predicción de sexo fue mayor en relación al estudio de Tellioglu⁶.

VII. CONCLUSIONES

7.1 Conclusión general

Respecto a determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos, se concluye que la estructura anatómica del foramen magno permite determinar el dimorfismo sexual en pacientes adultos que acudieron a la Clínica de la Facultad de Odontología durante el año 2017.

7.2 Conclusiones específicas

1. En consideración a determinar el dimorfismo sexual a través área del foramen magno según sexo para cada uno de los métodos Teixeira y Routal, se concluye que el valor promedio del área según Routal en el sexo masculino fue de 971.23 ± 128.74 y en el sexo femenino es 829.23 ± 101.33 . El valor promedio del área según Teixeira es de 975.63 ± 128.88 en el sexo masculino y 833.96 ± 101.53 en el sexo femenino.
2. Con respecto a determinar la relación entre las dimensiones del foramen magno (diámetro transversal, diámetro anteroposterior, áreas) con respecto al sexo, se concluye que existe diferencias significativas entre las medidas y áreas obtenidas a partir del foramen magno en relación al sexo ($p < 0.05$).
3. En cuanto a establecer los valores y fórmulas discriminantes para hallar el dimorfismo sexual se concluye que la ecuación $D = -11.849 + 0.080(DAPM) + 0.165(DTM) + 0.004(AFMr) + 0.000(AFMt)$ puede estimar el sexo en un 76.83% y que los valores obtenidos mayores a

0.01 corresponden al sexo masculino y si son menores a 0.01 es al sexo femenino.

VIII. RECOMENDACIONES

7.1 Recomendación general

En lo concerniente a determinar el dimorfismo sexual a través de las dimensiones del foramen magno en adultos, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para darle la debida importancia a ésta estructura anatómica en casos de difícil identificación, se lograría incrementar más técnicas para usar en el proceso de identificación humana.

7.2 Recomendaciones específicas

1. En cuanto a determinar el área del foramen magno según sexo para cada los métodos Teixeira y Routal, se recomienda tomar en cuenta los resultados obtenidos, para aplicar las fórmulas de manera complementaria en los casos de identificación antropológica forense en la población peruana, se lograría implementar una ayuda en la identificación forense.
2. Respecto a determinar la relación entre las dimensiones del foramen magno (diámetro transversal, diámetro anteroposterior, áreas) respecto al sexo, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para que sea un aporte a la identificación antropológico forense en caso de desastres masivos o accidentales, se lograría determinar el dimorfismo sexual.
3. En cuanto a establecer los valores y fórmulas discriminantes para hallar el dimorfismo sexual, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para la aplicación de la ecuación obtenida en el presente estudio en la

población peruana, se lograría utilizarlos en casos de dificultad de estimación del sexo en cráneos fragmentados.

Al término de la investigación, en un futuro, se recomienda realizar estudios de mayor tamaño con grupos uniformes de hombres y mujeres para así evaluar mejor el grado de precisión de dimorfismo sexual. Además, se recomienda realizar futuras investigaciones en relación a estructuras de base de cráneo con el fin de investigar el aumento de precisión de estimación del dimorfismo sexual.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Quintanilla BJ. Determinación de edad, sexo y talla en restos óseos aplicando las técnicas en Odontología Forense en la osteoteca de la Facultad Piloto de Odontología en el período 2013-2014 [Tesis de pregrado]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2015.
2. Cercado RM. Determinación del sexo y la edad por medio del cráneo [Tesis de pregrado]. Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2015.
3. Chang-Izá RD, Guevara-Cabrera OF, Armas-Vega AC. La odontología forense y su aplicabilidad en el procesamiento de escenas del crimen y demás eventos catastróficos. *Odontología Sanmarquina* 2016; 19(1): 52-55.
4. Raghavendra Babu YP, Kanchan T, Attiku Y, Dixit PN, Kotian MS. Sex estimation from foramen magnum dimensions in an Indian population. *J Forensic Leg Med.* 2012 Apr; 19(3):162-7.
5. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. *J Clin Forensic Med.* 2000 Sep; 7(3):147-9.
6. Tellioglu AM, Durum Y, Gok M, Karakas S, Polat AG, Karaman CZ. Suitability of foramen magnum measurements in sex determination and their clinical significance. *Folia Morphol (Warsz).* 2018; 77 (1):99-104
7. Chovalopoulou ME, Bertsatos A. Estimating Sex of Modern Greeks Based on the Foramen Magnum Region. *Journal of Anthropology.* 2017. 2017:1-7.
8. Madadin M, Menezes RG, Al Saif HS, Abu Alola H, Al Muhanna A, Gullenpet AH, Nagesh KR, Kharoshah MA, Al Dhafery B. Morphometric

- evaluation of the foramen magnum for sex determination: A study from Saudi Arabia. *J Forensic Leg Med.* 2017 Feb; 46:66-71.
9. Rai H, Keluskar V, Patil S, Bagewadi A. Accuracy of measurements of foramen magnum and occipital condyle as an indicator for sex determination using computed tomography. *Indian Journal of Health Sciences and Biomedical Research KLEU.* 2017 Jan-Apr; 10(1): 80-83.
 10. Rehab IAK, Abdalla MH, Rania KH. Adult sex estimation using Three Dimensional Volume Rendering Multislice Computed Tomography of the foramen magnum and occipital condyles: A study in Egyptian population. *Int. J. of Adv. Res.* 2017; 3(5): 1212-1215.
 11. Seifert Z, Friedl L, Chaumoitre K, Bruzek J. Applicability and limitations of sex assessment based on foramen magnum. *Forensic Sci Int.* 2017 Feb; 271:126.e1-126.e9.
 12. Singh PK, Tamrakar D, Karki S, Menezes RG. Determination of Sex from the Foramen Magnum using 3DCT: A Nepalese Study. *Kathmandu Univ Med J* 2017; 57(1):61-5.
 13. Aghakhani K, Kazemzadeh N, Ghafurian F, Saltani B, Saltani. Gender Determination Using Diagnostic Values of Foramen Magnum. *International Journal of Medical Toxicology and Forensic Medicine.* 2016; 6(1): 29-35.
 14. El-Barrany UM, Ghaleb SS, Ibrahim SF, Nouri M, Mohammed AH. Sex prediction using foramen magnum and occipital condyles computed tomography measurements in Sudanese population. *AJFSFM* 2016; 1(3): 414-23.

15. Tambawala SS, Karjodkar FR, Sansare K, Prakash N, Dora AC. Sexual dimorphism of foramen magnum using Cone Beam Computed Tomography. *J Forensic Leg Med*. 2016 Nov; 44:29-34.
16. Venkatesh K, Muhammed A, Radhakrishna S, Ramakrishna A. Binary logistic regression analysis of hard palate dimensions for sexing human crania. *Anatomy & cell biology*. 2016; 49(2): 151–9.
17. İlgüy D, İlgüy M, Ersan N, Dölekoğlu S, Fişekçioğlu E. Measurements of the foramen magnum and mandible in relation to sex using CBCT. *J Forensic Sci*. 2014 May; 59(3):601-5.
18. Jain D, Jasuja OP, Nath S. Evaluation of foramen magnum in sex determination from human crania by using discriminant function analysis. *Elective Medicine Journal*. 2014 Feb; 2(2): 89-92.
19. Edwards K, Viner MD. Schweitzer, Thali MJ. Sex determination from foramen magnum. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2013; 4(1): 186-92.
20. Kanchan T, Gupta A, Krishan K. Craniometric analysis of foramen magnum for estimation of sex. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2013; 79(1): 491-3.
21. Singh G, Talwar I. Morphometric analysis of foramen magnum in human skull for sex determination. *Human Biology Review*. 2013; 2(1): 29-41.
22. Burdan F, Szumiło J, Walocha J, Klepacz L, Madej B, Dworzański W, et al. Morphology of the foramen magnum in young Eastern European adults. *Folia Morphol (Warsz)*. 2012 Nov; 71(4):205-16.

23. Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Timini JF. Evaluation of foramen magnum in gender determination using helical CT scanning. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Mar; 41(3): 197–202.
24. Gapert R, Black S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Int J Legal Med.* 2009 Jan; 123(1): 25-33.
25. Suazo GI, Pérez RP, Zavando MD, Luiz SM. Sexual Dimorphism in the Foramen Magnum Dimensions. *Int J Morphol.* 2009; 27(1): 21-3.
26. Embriología médica con orientación clínica. Doceava edición. Estados Unidos: Editorial Lippincott Williams y Wilkins; 2001.
27. Moore KL, Persaud TVN. Embriología clínica. Octava edición. Canadá: Editorial Elsevier; 2008.
28. Gomez de Ferraris ME, Campos MA. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. Tercera edición. México: Editorial Panamericano; 2009.
29. O' Rahilly MD. Anatomía de Gardner. Quinta edición. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2007.
30. Norton NS. Netter, anatomía de cabeza y cuello para odontólogos. Primera edición. España: Editorial Masson; 2007.
31. Ramey BK. Forensic Anthropology Training Manual. Primera edición. Barcelona, España: Editorial Bellaterra; 2007.
32. Krenzer U. Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico. Primera edición. Guatemala: Editorial CAFCA; 2006.

33. Caballero CH. Odontología legal y forense: Elementos de criminalística. Primera edición. Perú: Editorial Imprenta UNMSM; 2010.
34. Rodríguez CJ. La antropología forense en la identificación humana. Primera edición. Colombia: Editorial Guadalupe; 2004.
35. Araya BC. Estudio comparative de métodos de identificación médico legal [Tesis de pregrado]. Chile: Universidad de Chile; 2009.
36. Krishan K, Chatterjee PM, Kanchan T, Kaur S, Baryah N, Singh RK. A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Sci Int.* 2016 Apr; 261: 165.e1-8.
37. Trujillo-Medeiros A, Ordoñez A. Nociones básicas para la determinación del sexo y la edad en restos bioantropológicos. *Estrat Crític.* 2012 Octubre; 6.
38. Teixeira WRG. Sex identification utilizing the size of the foramen magnum. *Am J Forensic Med Pathol.* 1982; 3(3): 203-206.
39. Routal RR, Pal GP, Bhagwat SS, Tamankar BP. Metrical studies with sexual dimorphism in foramen magnum of human crania. *J Anat Soc India.* 1984; 2(33):85-89.
40. Lenguas AL, Ortega R, Samara G, López MA. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent* 2010; 7(2): 147-159.

VII. ANEXOS

ANEXO N°1

FICHA DE CALIBRACIÓN ESPECIALISTA

**“Dimorfismo sexual a través del foramen magno mediante
tomografía computarizada Cone Beam”**

N° Tomografía	Sexo	Edad	Mg. Esp. CD. Carlos Vigo García	
			Diámetro anteroposterior máximo	Diámetro transversal máximo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

ANEXO N°2

FICHA DE CALIBRACIÓN INVESTIGADOR PRIMER MOMENTO

N° Tomografía	Sexo	Edad	Investigador (1° momento)	
			Diámetro anteroposterior máximo	Diámetro transversal máximo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

22				
23				
24				
25				
26				
27				

ANEXO N°3

FICHA DE CALIBRACIÓN INVESTIGADOR SEGUNDO MOMENTO

N° Tomografía	Sexo	Edad	Investigador (2° momento)	
			Diámetro anteroposterior máximo	Diámetro transversal máximo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

22				
23				
24				
25				
26				
27				

ANEXO N°4

CONSTANCIA DE EXPERTO CALIBRADOR

NOMBRE DEL EXPERTO: CARLOS VIGO GARCIA

GRADO: ESPECIALISTA EN RADIOLOGIA ORAL Y MAXILOFACIAL (RNE 605)
MAESTRO EN ESTOMATOLOGIA

Por medio de la presente hago constar que actué como experto en el proceso de calibración realizado por el estudiante Marly Dorothy Salas De los Santos quien está realizando su trabajo de investigación titulado "Dimorfismo sexual a través del foramen magno mediante tomografía computarizada Cone Beam "

Lima, 13 de Junio del 2018.



Nombre: CARLOS VIGO GARCIA

DNI: 41097970

COP: 20666

ANEXO N°5



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tomografía n° _____

1. DATOS GENERALES: SEXO

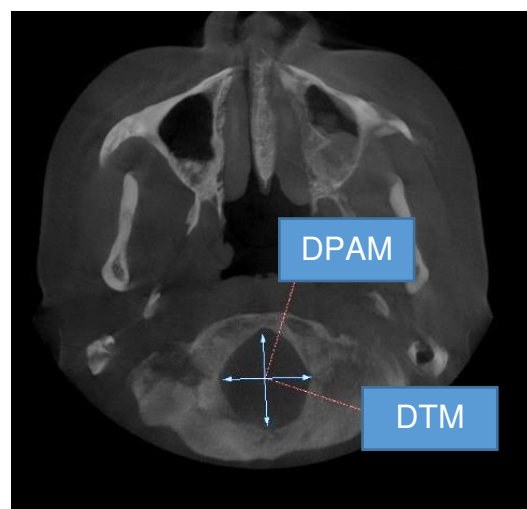
M

F

EDAD

2. DETERMINACIÓN DEL DIMORFISMO SEXUAL MEDIANTE CUATRO PARÁMETROS

Medidas	mm.
Diámetro anteroposterior máximo (DAPM): Medida en dirección anteroposterior a lo largo del eje principal del foramen magno, específicamente la medida va desde el punto craneométrico Basion hasta el otro punto Opistion.	
Diámetro transversal máximo (DTM): Medida aproximadamente perpendicular al diámetro anteroposterior, registrando la longitud más ancha del foramen magno.	
Área de foramen según Routal: $\text{Área} = \frac{1}{4} \times \pi \times DAPM \times DTM$	
Área de foramen según Teixeira: $\text{Área} = \pi \times \left(\frac{DAPM + DTM}{4} \right)^2$	



ANEXO N°6

**Coeficiente de correlación intraclase para calibración interexaminador
para el diámetro anteroposterior máximo**

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.919 ^a	.767	.973	23.601	13	13	.000
Medidas promedio	.958 ^c	.868	.986	23.601	13	13	.000

ANEXO N°7

**Coeficiente de correlación intraclase para calibración intraexaminador
para el diámetro anteroposterior máximo**

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.984 ^a	.951	.995	124.910	13	13	.000
Medidas promedio	.992 ^c	.975	.997	124.910	13	13	.000

ANEXO N°8

**Coeficiente de correlación intraclase para calibración interexaminador
para el diámetro transversal máximo**

Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.974 ^a	.923	.992	77.375	13	13	.000
Medidas promedio	.987 ^c	.960	.996	77.375	13	13	.000

ANEXO N°9

**Coefficiente de correlación intraclase para calibración intraexaminador
para el diámetro transversal máximo**

Coefficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.989 ^a	.965	.996	176.431	13	13	.000
Medidas promedio	.994 ^c	.982	.998	176.431	13	13	.000

ANEXO N°10**Prueba de normalidad entre las variables según sexo**

		Kolmogorov-Smirnov ^a			
Dimensiones del foramen magno	Género	Estadístico	gl	Sig.	
Diámetro anteroposterior máximo	Femenino	,067	170	,062	
	Masculino	,046	102	,200 [*]	
Diámetro transversal máximo	Femenino	,034	170	,200 [*]	
	Masculino	,074	102	,199	
Área basada en fórmula de Routal	Femenino	,048	170	,200 [*]	
	Masculino	,079	102	,124	
Área basada en fórmula de Teixeira	Femenino	,047	170	,200 [*]	
	Masculino	,079	102	,121	